

**Aus der Klinik und Poliklinik für Kinderchirurgie  
(Direktor Univ.-Prof. Dr. med. Winfried Barthlen)  
der Universitätsmedizin der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald**

**Thema: Diagnostik und Therapie des stumpfen Bauchtraumas im  
Kindesalter**

**Inaugural - Dissertation  
zur  
Erlangung des akademischen  
Grades  
Doktor der Medizin  
(Dr. med.)  
  
der  
Universitätsmedizin  
Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald  
  
2018**

**Vorgelegt von:  
Günel Jafarzade  
Geboren am 16. Februar 1989  
In Baku/ Aserbaidshan**

## Verzeichnis der Abkürzungen

%	Prozent
ALAT (ALT)	Alanin-Aminotransferase
ASAT (AST)	Aspartat-Aminotransferase
AAST	American Association for the Surgery of Trauma
Abb	Abbildung
AP	alkalische Posphatase
CT	Computer Tomografie
cCT	kraniales Computertomogramm
CEUS	contrast-enhanced ultrasound
DPL	diagnostische Peritoneallavage
ERCP	Endoskopische retrograde Cholangio-Pankreatographie
FAST	Focused Assessment with Sonography for Trauma
GGT	Gamma-Glutamyl-Transferase
IL6	Interleukin 6
KM	Kontrastmittel
LDH	Lactate Dehydrogenase
MRT	Magnetresonanztomografie
MRCP	Magnetresonanz-Cholangiopankreatikografie
OIS	Organ Injury Scala
OPSI	Overwhelming Post-splenectomyInfection
SIRS	Systemisches inflammatorisches Response-Syndrom
TNF-a	Tumornekrosefaktor alfa
USKM	Ultraschallkontrastmittel

Dekan: Prof. Dr. rer. nat. Max P. Baur

1. Gutachter: Prof. Dr. W. Barthlen

2. Gutachter: PD Dr. J. Lieber

Ort, Raum: F.-Sauerbruch-Str. 17475 Greifswald, Seminarraum der Allgemeinchirurgie,

Tag der Disputation: 23.11.2018

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einleitung .....</b>	<b>6</b>
1.1 Unfallstatistik und Epidemiologie .....	6
1.2 Letalität in Folge eines Bauchtraumas .....	8
1.3 Anatomische Besonderheit des stumpfen Bauchtraumas im Kindesalter ....	8
1.4 Diagnostik und Bildgebung bei stumpfem Bauchtrauma .....	9
1.5 Therapie .....	12
1.6 Komplikationen.....	13
<b>2. Fragestellung .....</b>	<b>14</b>
<b>3. Patienten und Methoden.....</b>	<b>15</b>
3.1 Patienten .....	15
3.2 Untersuchung und Diagnostik .....	15
3.3 Einteilung der Organverletzungen .....	16
3.4 Verlaufskontrolle.....	19
3.5 Auswertung.....	20
<b>4 Ergebnisse .....</b>	<b>21</b>
4.1 Geschlechtsverteilung .....	21
4.2 Durchschnittsalter .....	21
4.3 Altersverteilung bei stumpfem Bauchtrauma .....	21
4.4 Unfallort .....	22
4.5 Unfallmechanismus .....	23
4.6 Organverletzungen .....	24
4.7 Begleitorganverletzungen .....	26
4.8 Durchschnittliche stationäre Aufenthaltsdauer .....	27
4.9 Ergebnisse der bildgebenden Untersuchungen .....	27
4.10 Vergleich der bildgebenden Verfahren .....	29
4.11 Therapie und Verlauf .....	31

4.11a Chirurgische Therapie und Verlauf .....	31
4.11b konservative Therapie und Verlauf .....	33
4.12     Komplikationen im Krankheitsverlauf .....	38
<b>5     Diskussion .....</b>	<b>39</b>
<b>6     Zusammenfassung .....</b>	<b>46</b>
<b>7     Literaturverzeichnis .....</b>	<b>47</b>
<b>8     Eidesstattliche Erklärung .....</b>	<b>54</b>
<b>9     Curriculum vitae .....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

# 1. Einleitung

Ein stumpfes Bauchtrauma entsteht durch eine stumpfe Gewalteinwirkung auf das Abdomen, wie beispielsweise durch Verkehrsunfälle im Rahmen eines Polytraumas oder Stürze aus größerer Höhe. Aber auch streng lokalisierte Traumatisierungen wie beim Lenkerabdruck an der Bauchdecke, oder die durch die Schleuderkräfte ausgelöste Druckerhöhung der Rückhaltegurte können Schädigungen intraabdomineller Organe auslösen.<sup>1</sup>

## 1.1 Unfallstatistik und Epidemiologie

Gemessen am Gesamtkollektiv der Schwerverletzten in Folge eines Bauchtraumas ist der Anteil der Kinder und Jugendlichen mit nur fünf Prozent eher gering. Die Zahl der tödlichen Unfälle von Kindern und Jugendlichen sind in den letzten Jahren rückläufig. Die Säuglinge sind bei Todesfolge nach einer Verletzung bei den häuslichen Unfällen am häufigsten vertreten. Bei Kindern von ein bis vierzehn Jahren sind die fünf häufigsten Todesursachen das Ertrinken, Stürze aus der Höhe, Verbrennungen, Unfälle im Straßenverkehr und tätliche Gewalt. Bei Kindern über fünfzehn Jahre zeigen sich die höchsten Raten für Traumata mit Todesfolge bei den Straßenverkehrsunfällen. Bei allen Kindern ab einem Jahr sind die Jungen häufiger betroffen als Mädchen.<sup>2</sup>

Zumeist verunglücken Säuglinge und Kleinkinder unter sechs Jahren im Kindersitz der Rückbank des elterlichen PKWs. Diese Art des Unfalls führt bei Kindern diesen alters oft zu schweren thorakalen und abdominellen Verletzungen, den sogenannten „seat belt injuries“, und weniger zu Extremitätenverletzungen. Ab dem Beginn des Schulalters verändert sich die Statistik, denn ab diesem Zeitpunkt verunglücken die meisten Kinder (sechs bis zehnjährige) eher als Fußgänger oder Radfahrer, da sie ab diesem Zeitpunkt aktiv am Straßenverkehr teilnehmen. Nach Auner et al. verunfallen Jungen aufgrund der größeren Risikobereitschaft häufiger als Mädchen (56,2% Jungen im Jahr 2012).<sup>3</sup>

Gefolgt von Verkehrsunfällen stellen Stürze aus unterschiedlichen Höhen im Säuglings- und Kleinkindalter die wichtigste Unfallursache dar, wobei es häufig zu isolierten Schädel-Hirn-Traumata kommt.

Das shaken-infant-Syndrom (auch „battered child“ oder „non-accidental trauma“) muss in diesem Zusammenhang unbedingt Erwähnung finden, da es als dritthäufigste Unfallursache von Säuglingen auftritt, wobei in 8% das Abdomen beteiligt ist.<sup>4</sup> Bei unklaren anamnesti-

schen Angaben zum Unfallhergang, Verletzungen unterschiedlichen Alters, was radiologisch gesichert werden kann, oder wenn Symptome multipler Gewalteinwirkungen gegen den Kopf (überkreuzte Frakturlinien) vorliegen, sollte ein möglicher Missbrauch ausgeschlossen werden.

Debus et al beschreiben, dass ab dem Pubertätsalter auch Suizidversuche als Verletzungsursache in Betracht zu ziehen sind, deren prozentualer Anteil ab dem 12. Lebensjahr konstant bleibt und insgesamt 5,1% der Bauchtraumata ausmacht.<sup>5</sup>

Tab.1. Häufigkeitsangaben für verletzte intraabdominelle Organe nach einem stumpfen Bauchtrauma.

<b>Organ</b>	<b>%</b>	<b>Literaturangabe</b>
Milz	45	AWMF 2015 <sup>6</sup>
Leber	15-20	Faouzi et al. 2012 <sup>7</sup>
Niere	10-15	Wickede et al. 2007 <sup>8</sup>
Pankreas	2	Rutkoski et al. 2011 <sup>9</sup>
Gastrointestinaltrakt (Duodenum, Dick-, Dünndarm, Magen)	0,5	v.Schweinitz et al.2013 <sup>10</sup>
Harnblase	1,5	Iuchtman et al. 2000 <sup>11</sup>
Nebenniere	1-4,9	Soundappan et al. 2006 <sup>12</sup>
Gallenblase, -gänge	kasuistisch	Galifer et al. 2001 <sup>13</sup>

In Bezug auf die Häufigkeit der betroffenen Organe in Folge eines stumpfen Bauchtraumas im Kindesalter finden sich unterschiedliche Angaben in der Literatur (siehe Tab.1). In der oben aufgeführten Tabelle zeigen die verschiedenen Statistiken, dass die Milz am häufigsten verletzt wird, gefolgt von Leber und Niere. Nahezu 90% der intraabdominellen Organverletzungen infolge eines Bauchtraumas entfallen auf diese drei Organe. Am vierthäufigsten sind Verletzungen des Pankreas mit oder ohne Beteiligung des Ductus pancreaticus. Die traumatische Verletzungen der Gallenblase und der Gallengänge zählen zu den hochgradigen Leberverletzungen und sind auch im Kindesalter kasuistisch beschrieben.

Urogenitale Verletzungen mit Ausnahme der Nierenverletzung treten in Folge eines Bauchtraumas seltener bei Kleinkindern und Kindern auf. Dennoch können Blasenrupturen und Harnröhrenverletzungen im Rahmen von Beckentraumen mit Beckenfrakturen, sowie nach peritonealen Verletzungen auftreten. Traumatische Nebennierenverletzungen haben eine

Inzidenz von etwa einem Prozent und sind ein Indikator für andere intraabdominelle Organverletzungen, die dann nahezu immer vorliegen.<sup>14</sup>

Die intestinalen Verletzungen und die Verletzungen des Zwerchfells in Rahmen eines stumpfen Bauchtraumas treten in Kindesalter selten auf, sind aber sehr bedeutende Verletzungen und werden meist spät diagnostiziert.<sup>15</sup>

## **1.2 Letalität in Folge eines Bauchtraumas**

Bei stumpfem Bauchtrauma besteht bei Kindern ein direkter Zusammenhang zwischen Letalität und Verletzungsschwere. Die Letalität liegt unter 20% bei isolierten Leber-, Milz-, Pankreas- oder Nierenverletzungen. Bei einer Mitbeteiligung des Gastrointestinaltraktes steigt die Letalität auf über 20 % und auf 50%, wenn die großen Gefäße betroffen sind.<sup>16</sup>

## **1.3 Anatomische Besonderheit des stumpfen Bauchtraumas im Kindesalter**

Das Abdomen kann in vier Areale eingeteilt werden:

Das **intrathorakale Abdomen** beschreibt den oberen Anteil hinter dem unteren Rippenbogen und enthält das Diaphragma, Leber, Milz und den Magen. Das **Abdomen des Beckenraumes** umfasst die Harnblase, Urethra, das Rektum und bei Frauen zusätzlich Ovarien, Tubae uterinae und Uterus. Verletzungen in diesem Areal sind schwer zu diagnostizieren. Das dritte Abdomenareal, das **retroperitoneale Abdomen**, enthält Nieren, Ureteren, Pankreas sowie Aorta und die V. cava. Im vierten Bereich des **Abdomens** sind die Darmschlingen und die Harnblase lokalisiert.<sup>17</sup>

Neben altersabhängigen physischen und psychischen Entwicklungsstufen gibt es viele anatomische Besonderheiten beim Heranwachsenden. Die Stützfunktion der Rippen ist bei Kindern noch nicht so effektiv ausgeprägt wie bei Erwachsenen, da die Rippen im Kindesalter noch sehr biegsam sind, wodurch Leber, Milz und Pankreas, welche sich im Oberbauch befinden, nicht so gut geschützt sind. Zusätzlich besitzen Kinder weniger Fettpolster in der Bauchwand und die Muskulatur ist im Vergleich zum Erwachsenen eher schwach ausgebildet. Leber und Milz sind stark durchblutete und flüssigkeitsreiche parenchymatöse Organe. Daher können sie nicht gut komprimiert werden. Aus diesem Grund kommt es in Folge eines Bauchtraumas meist zu oberflächlichen oder tiefen Einrissen, welche wiederum zu massivem



Blutverlust führen können. Im Vergleich zu Erwachsenen ist die Leber bei Kindern relativ groß und hat weniger fibröses Stroma. Diese histoanatomische Besonderheit macht die Leber anfällig für Läsionen, beziehungsweise zu Blutungen in Folge eines stumpfen Bauchtraumas. Das Parenchym des Pankreas hingegen ist weniger durchblutet als Leber und Milz, so dass ein Pankreustrauma weniger Blutverlust verursacht. Jedoch führt ein Pankreustrauma zur Ausschüttung von Pankreasenzymen, was wiederum lokale peritoneale und retroperitoneale Reizzustände und Infektionen hervorrufen kann.<sup>18,19</sup>

Die Entstehung von Läsionen der Darmschlingen beim stumpfen Bauchtrauma kann anatomisch erklärt werden. Der Dünndarm ist nahezu gänzlich frei beweglich - lediglich das Duodenum, das Treitz- Band (ligamentum suspensorium duodeni) und das Caecum bilden die Fixationspunkte. Der Ablauf von Dünndarmverletzungen lässt sich durch ein Zusammenwirken von Druck-, Zug- und Scherkräften auf die Darmwand, in Kombination mit den einzelnen Fixationspunkten, erklären. Bei Patienten, bei denen schon ein abdomineller operativer Eingriff erfolgte, könnte durch Adhäsionen eine Fixation der Darmschlingen vorhanden sein, was ebenfalls eine isolierte Dünndarmperforation begünstigen kann.<sup>20</sup>

Die Erklärung der Darmschlingenverletzungen beim stumpfen Bauchtrauma wird von Hallwirth et al wie folgt beschrieben:

„Der Unfallmechanismus kann anhand des Gesetzes von Laplace gut demonstriert werden:  $P=K(T/R)$ , wobei der transmurale Druck (P) direkt proportional zu T (Wandspannung) und indirekt proportional zu R (Radius) ist. Der Radius ergibt sich aus der Dehnungskapazität des betroffenen Darmstückes. Steigt der transmurale Druck, so führt dies zur Ruptur an jener Stelle, welche die geringste Dehnungskapazität und damit den kleinsten Radius aufweist. Die Wandspannung wird durch den Füllungszustand bestimmt. Ist der Darm leer, so ist ein Anstieg des transmuralen Druckes, der letztendlich zur Ruptur führt, praktisch nicht möglich. Zeitpunkt und Menge der Nahrungsaufnahme vor dem Unfall sind daher die kausalen Faktoren“.<sup>21</sup>

#### **1.4 Diagnostik und Bildgebung bei stumpfem Bauchtrauma**

Bei Kindern mit stumpfem Bauchtrauma sollte nach Kontrolle oder auch nach Stabilisierung der Vitalparameter trotz der Notfallsituation versucht werden, eine ausführliche Anamnese zu erhalten und wichtige Informationen über den Unfallhergang zu gewinnen, um die ungefähre Schwere des Traumas abschätzen zu können. Bei Patienten mit fehlender Kooperation, zum

Beispiel beim bewusstlosen Patienten, kann das auch nicht möglich sein. Hilfreich um den Schweregrad des Traumas abzuschätzen, können auch die Angaben über die Deformation der Fahrzeuge zum Beispiel beim Verkehrsunfall oder die Angaben über den Unfallort zum Beispiel bei Verletzungen nach Sturz aus grosser Höhe sein.

Die klinische Untersuchung sollte mit der Inspektion begonnen werden. Über die Prellmarken oder die offenen Wunden auf Bauchwand, Flanken, Rücken aber auch der unteren Thoraxanteile kann das Punctum maximum der Gewalteinwirkung nachgewiesen oder zumindest vermutet werden. Nach ausführlicher körperlicher Untersuchung kann der Untersucher eine Verdachtsdiagnose oder auch eine genaue Diagnose stellen.

Die klinischen Untersuchungsbefunde können mit schnell durchführbaren labor-chemischen Screening Tests oder spezifischen Tests zum Ausschluss oder zum Nachweis aber auch zur Einschätzung des Ausmaßes des stumpfen Bauchtraumas ergänzt werden.<sup>22</sup>

Folgende laborchemische Parameter können zur Erhärtung einer Verdachtsdiagnose beitragen: Bei vermuteter Leberläsion kann der Anstieg der Serumkonzentration der Aspartat-Aminotransferase (ASAT) und/oder der Alanin-Aminotransferase (ALAT) bestimmt werden. Ausserdem analysiert man direktes und indirektes Bilirubin, Gamma-Glutamyl-Transferase (GGT) und die alkalische Phosphatase (AP). Bei Pankreasläsionen kann die Erhöhung der Serumkonzentration der Amylase und/oder Lipase nachgewiesen werden. Für die Milz gibt es keinen spezifischen Parameter. Die diagnostische Peritoneallavage (DPL) hat heutzutage ihre Bedeutung als diagnostische Erstmaßnahme bei stumpfem Bauchtrauma verloren. Mit ihrer Hilfe werden keine Entscheidungen mehr zum therapeutischen Vorgehen getroffen. Verletzungen des Urogenitaltrakts können mit einer Harnuntersuchung auf Hämaturie festgestellt werden. Dagegen wird die Bestimmung des Urin-LDH bei Urogenitaltraktverletzungen als unspezifische Untersuchungsmethode beschrieben.<sup>23</sup>

Studien der letzten Jahre zeigten, dass die klassischen Zytokine, wie IL6 und TNF- $\alpha$  einen prognostischen Hinweis für Organläsionen, insbesondere bei SIRS (Systemisches inflammatorisches Response-Syndrom) nach stumpfem Bauchtrauma geben können.<sup>24</sup>

Als Nächstes werden die bildgebenden Untersuchungen zum Ausschluß für Läsionen der inneren Organe angewandt. In der Einschätzung der Traumapatienten wird die FAST (Focused Assessment with Sonography for Trauma) als eine schnelle und nicht invasive bedside-Untersuchung verwendet. Mit Hilfe dieser Untersuchungsmethode werden das kleine

Becken, die perihepatische und die perisplenische Region sowie das Pericard beurteilt. Hiermit können Hämorrhagien oder das Vorhandensein anderer anormaler Flüssigkeiten bewiesen werden. Wird bei der FAST- Untersuchung intraperitoneal freie Flüssigkeit entdeckt, sollte in Anbetracht seiner geringen Testempfindlichkeit dies nicht als alleinige diagnostischer Hinweis verwendet werden, um ein Organtrauma auszuschließen.<sup>25</sup>

Die CT ist in der Akutdiagnostik des stumpfen Bauchtraumas das schnellste Verfahren. Es erlaubt die genaue Klassifizierung der Verletzungen und stellt vaskuläre Läsionen mit Minderdurchblutung eindeutig dar. Überdies kann das gesamte Abdomen in einem kurzem Untersuchungsgang abgeklärt werden, was bei den häufigen abdominalen Kombinationsverletzungen von eminenter Bedeutung ist. Darüber hinaus ist die CT hilfreich für die Identifikation des Verletzungsgrades und führt in wenigen Minuten zur therapeutischen Schlussfolgerung. Die CT ist der Goldstandard für Erwachsene, doch stellt sie für Kinder eine große Strahlenbelastung dar. Trotz der bei Kindern gewichtsadaptierte low-dose-Protokolle kommt es, besonders bei kleinen Kindern, schnell zu einer zu hohen Strahlenbelastung. Nach Angaben von Mueller et al. wird bei 71% der CT-Untersuchungen von Kindern bei der Traumaspirale theoretisch die Strahlendosis erreicht, die ein Schilddrüsenkarzinom induzieren kann.<sup>26</sup>

Aufgrund der längeren Untersuchungszeit und der Notwendigkeit einer Narkose, um Artefakte zu vermeiden, wird die Magnetresonanztomografie (MRT) in einer Notfallsituation nicht empfohlen. Sie kommt jedoch in zweiter Linie zum Einsatz. Die Magnetresonanz Cholangiopankreatikografie (MRCP) hat sehr hohe Aussagekraft bei der Darstellung der Gallen- und Pankreasgänge bei vermuteten Pankreas- oder Leberverletzungen.<sup>27</sup>

Im Jahr 2011 wurde CEUS (contrast-enhanced ultrasound) als Alternativbildgebung bei hämodynamisch stabilen Patienten nach stumpfem Bauchtrauma eingeführt. Es wurde als eine Möglichkeit zum Schließen der bestehenden Lücke im Bereich der vorhandenen Diagnostik bei stumpfen Bauchtraumata entwickelt: Die B-Mode Sonografie hat eine niedrige Sensitivität und das Kontrastmittel-CT hat eine sehr hohe diagnostische Aussagekraft, jedoch mit ionisierender Strahlung und nephrotoxischen Nebenwirkungen. Im Vergleich zum CT oder MRT-Kontrastmittel wird das Ultraschallkontrastmittel (USKM) nicht renal ausgeschieden, sondern über die Lunge innerhalb von wenigen Minuten abgeatmet. Es ist nicht nephrotoxisch und interagiert nicht mit der Schilddrüse. Allergische Reaktionen sind im Unterschied zum CT-Kontrastmittel sehr selten. Nach der Kontrastmittelgabe wird die Untersuchung durchgeführt. Die ersten Sekunden werden als arterielle Phase und die einige Minuten später

als venöse Phase bezeichnet. Die Darstellung einer aktiven Blutung parenchymatöser Organe ist am besten in der frühen arteriellen Phase abgrenzbar. In der späteren venösen Phase stellen sich die parenchymatöse Organverletzungen als scharf begrenzte, echoarme Areale dar.<sup>28</sup>

## 1.5 Therapie

Das konservative Vorgehen in der Therapie des stumpfen Bauchtraumas hat in den letzten Jahrzehnten an Bedeutung zugenommen. Die nicht-operative Versorgung sogar bei höhergradigen parenchymatösen Organläsionen im Rahmen stumpfer Bauchtraumata bei hämodynamisch stabilen Patienten wurde in vielen Veröffentlichungen als Standardvorgehen beschrieben.<sup>15,29,30</sup> Eine prophylaktische antibiotische Therapie beim konservativen Vorgehen, insbesondere bei Nieren- und Pankreasläsionen, wurde empfohlen. Die chirurgische Intervention ist die Wahl bei ausgeprägtem hämodynamisch instabilen Patienten, bei Hohlorganverletzungen und in einzelnen Fällen bei parenchymatösen Organläsionen. Durch Entwicklung der interventionelle Radiologie stehen mehrere interventionelle Verfahren für die Versorgung der Gefäßverletzungen zu Verfügung.

Die Empfehlungen der evidenzbasierten Leitlinien über die Überwachung von Kindern mit isolierter Leber- oder Milzläsion sind Tabelle 2 beschrieben.

Tabelle 2. Vorgeschlagenes Vorgehen bei isolierte Leber- oder Milzverletzungen im Kindesalter.<sup>31</sup>

	Verletzungsgrad nach CT			
	I	II	III	IV
Überwachung auf Intensivstation (Tag)	keine	keine	keine	1
gesamter stationärer Aufenthalt (Tage)	2	3	4	5
Bildgebung vor Entlassung	keine	keine	keine	keine
Bildgebung nach Entlassung	keine	keine	keine	keine
Sportkarenz (Wochen)	3	4	5	6

## 1.6 Komplikationen

Die möglichen Komplikationen eines Lebertraumas sind Bilhämie, Galleleckagen, Biliome, biliäre Sepsis und Gallengangsstrikturen. Bei der Therapie der genannten Komplikationen stehen unterschiedliche Therapieoptionen wie ERCP mit Papillotomie und Stentanlage oder Anlage einer externen perkutanen Gallengangsdrainage oder eine Ballondilatation der Gallengangstriktur zur Verfügung.<sup>30</sup>

Pseudozysten, zweizeitige Rupturen, Abszessbildung, Postsplenektomiesepsis (OPSI) sind die Komplikationen nach Milzverletzungen.<sup>6</sup>

Die Häufigkeit von Komplikationen bei Nierenverletzungen wird in der Literatur wie in Tabelle 3 dargestellt. Als akute Komplikationen werden Urinphlegmone, infizierte Hämatome, Urosepsis und als Spätfolge Organfibrosierung und –schrumpfung, renale Hypertonie, rezidivierende Harnwegsinfekte und Urolithiasis genannt.<sup>32</sup>

Nach höhergradiger Pankreasläsion können in der Frühphase des Traumas Peritonitis und in der Spätphase der Pankreaspseudozysten als Komplikationen auftreten.

Intraabdominelle und retroperitoneale Blutungen sowie Ödembildung nach erhöhter Flüssigkeitssubstitution können zu einem abdominalen Kompartment Syndrom führen.

Tabelle 3. Komplikationen nach Nierentrauma (nach Rassweiler)<sup>33</sup>

Komplikation	Häufigkeit %
Funktionsverlust	10
Renale Hypertonie	1-5
Schrumpfniere	1
Nephrolithiasis	2
Persistierende HWI	1-8

## **2. Fragestellung**

Diese retrospektive Versorgungsstudie untersucht verschiedene Aspekte des stumpfen Bauchtraumas anhand der Dokumentationsunterlagen von 156 Kindern und Jugendlichen bis 18 Jahren, die im Universitätsklinikum der Universitätsmedizin Greifswald wegen eines stumpfen Bauchtraumas diagnostiziert und behandelt wurden. Es werden die Ursachen des Traumas, die Erstmaßnahmen, die Soforttherapie und der Krankheitsverlauf ausgewertet.

Weiter wird erhoben, welche Altersgruppe, Mädchen oder Buben und in welcher Lebenssituation die meisten stumpfen Bauchtraumata verursacht wurden, sowie welche Organverletzungen wie häufig vorkamen, wie erfolgreich welche Erstmaßnahmen waren, wie lange die Patienten stationär lagen und wie sich der Krankheitsverlauf gestaltete.

Es sollte die Hypothese untersucht werden, dass eine konservative Therapie bei parenchymatösen Organläsionen nach stumpfem Bauchtrauma bei kreislaufsuffizienten Kindern ausreichend ist.

Mit dieser Studie wird untersucht, bei welchen klinischen Voraussetzungen eine Sonografie als Erstmaßnahme zur Diagnostik und ein konservatives Vorgehen als ausreichende Maßnahmen gesehen werden können. Es wird untersucht, ob bei kreislaufsuffizienten Kindern, auch wenn eine parenchymatöse Organläsion vorliegt, eine nicht invasive und kostengünstige sonografische Wiederholungsuntersuchung ausreicht oder ob eine CT durchgeführt werden sollte.

## **3. Patienten und Methoden**

### **3.1 Patienten**

In dieser Studie wurden 156 Patienten untersucht, die im Zeitraum 2007-2013 in der Klinik und Poliklinik für Kinderchirurgie der Universitätsmedizin der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald behandelt worden waren. Das Hauptkriterium für die Aufnahme in diese Studie waren Kinder im Alter von 0 bis 18 Jahren, die mit der verschlüsselten Verletzungsdiagnose S39.9 ICD -10- GM Diagnoseschlüssel (International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems) stationär aufgenommen wurden. Die Aufnahmekriterien waren die sonografisch nachweisbare Organläsion und/ oder intraabdominelle freie Flüssigkeit und /oder auffällige Laborparameter. Außerdem wurden auch aus anderen Krankenhäusern verlegte Patienten mit dieser Diagnose in die Studie aufgenommen. Kinder mit reiner Bauchdeckenprellung ohne Anhalt für Beteiligung intraabdomineller Organe wurden nicht in die Studie aufgenommen.

### **3.2 Untersuchung und Diagnostik**

Die in dieser Studie untersuchten Patienten kamen entweder über die kinderchirurgische Notfallambulanz oder über den Schockraum in das Krankenhaus.

Bei Patienten mit einem stumpfen Bauchtrauma wurde nach der klinischen Untersuchung eine Sonografie als bildgebendes Verfahren der ersten Wahl eingesetzt. Bei nur zwei Patienten, die in die Studie aufgenommenen wurden, wurde initial eine CT ohne Sonografie durchgeführt. Bei dem einem Patienten erfolgte primär eine CT aufgrund der Entwicklung eines akuten Abdomens wenige Stunden nach dem Trauma und bei dem zweiten Patienten wurde eine CT wegen eines schweren Taumas im Rahmen eines Verkehrsunfalls durchgeführt.

Bei Patienten mit auffälligem Sonografiebefund oder bei fraglichen intraabdominellen parenchymatösen Organverletzungen wurde, nach Rücksprache mit dem Radiologen, in domo eine Abdomen-, Becken-MRT oder CT durchgeführt. Zusätzlich erfolgten aufgrund der klinische Symptomatik radiologische Aufnahmen anderer Körperregionen, beispielsweise eine cCT oder eine CT von verschiedenen Bereichen der Wirbelsäule. In seltenen Fällen, wenn Kinder durch einen Verkehrsunfall sehr schwer verletzt waren, wurde entweder in einem auswärtigen Krankenhaus oder in unserem Klinikum eine Spiral-CT durchgeführt.

Von anderen Krankenhäusern überwiesene oder verletzte Patienten, bei denen eine initiale CT oder MRT im auswärtigen Krankenhaus durchgeführt worden war, wurden die radiologischen Bilder mit den Radiologen des Hauses besprochen und befundet.

Bei allen Patienten mit stumpfem Bauchtrauma wurde primär Blutbild, Leber-, Pankreaswerte und Urinstatus geprüft.

Alle durchgeführte laborchemische Befunde des Krankenhauslabors wurden mit den altersbezogenen Grenzwerten ausgewertet.

### **3.3 Einteilung der Organverletzungen**

Zunächst wurde eine Einteilung aller Patienten nach Organläsionen vorgenommen. Die Patienten mit stumpfem Bauchtrauma ohne pathologischen Sonografiebefund, aber mit erhöhten ALAT- und/oder ASAT-Werten wurden als Leberkontusion, die Patienten mit erhöhter Lipase und/oder Amylase wurden als Pankreaskontusion, die Patienten mit makroskopischer und oder mikroskopischer Hämaturie als Nierenkontusion diagnostiziert und eingeordnet.

Nach dem sonografischen beziehungsweise radiologischen Beweis für eine intraabdominale Organverletzung wurde eine Einteilung der Organläsionen nach der am häufigsten verwendete Klassifikation der stumpfen Organverletzungen vorgenommen. Die allgemein anerkannte Einteilung der Organverletzungen nach einem System der American Association for the Surgery of Trauma (AAST), der AAST - Moore - Skala oder Organ Injury Scale (OIS)<sup>34</sup> fand Verwendung.



**Tabelle 4 AAST-Klassifikation des Milztraumas**

Grad I	<u>Hämatom:</u> subkapsulär, nicht zunehmend, <10% der Oberfläche  <u>Laceration:</u> Kapseleinriss, nicht blutend, <1cm der Parenchymtiefe
Grad II	<u>Hämatom:</u> subkapsulär, nicht zunehmend, 10-50% der Oberfläche  <u>Laceration:</u> Kapseleinriss, aktiv blutend, 1-3cm der Parenchymtiefe, aber ohne Trabekelgefäße beinhaltend
Grad III	<u>Hämatom:</u> subkapsulär, >50% der Oberfläche oder expandierend, rupturiertes subkapsuläres oder parenchymales Hämatom oder intraparenchymales Hämatom > 5cm oder expandierend  <u>Laceration:</u> >3cm tiefer Parenchymeinriss oder Beteiligung der Trabekelgefäße
Grad IV	<u>Laceration:</u> Einriss mit Beteiligung der segmentalen- oder Hilusgefäße, was eine größere Devaskularisierung verursacht (d.h. >25% der Milz betreffend)
Grad V	<u>Laceration:</u> Vollständig zerissene Milz Hilusgefäßverletzung, die die Milz devaskularisiert

**Tabelle 5 AAST-Klassifikation des Nierentraumas**

Grad I	Kontusion oder sich nicht ausdehnendes subkapsuläres Hämatom Keine Parenchymläsion (kein Einriss)
Grad II	Sich nicht ausdehnendes perirenales Hämatom. Kortikaler Parenchymeinriss <1 cm tief, keine Extravasation
Grad III	Kortikaler Parenchymeinriss >1 cm tief, keine Extravasation
Grad IV	Parenchymverletzung: Über die kortiko-medulläre Grenze in das Hohlraumsystem oder Gefäßverletzung eines Segmentes (arteriell und/oder venös) mit Hämatom
Grad V	Parenchymverletzung: Zertrümmerung oder Gefäßverletzung des Nierenstieles, Massenblutung

**Tabelle 6 AAST-Klassifikation des Lebertraumas**

Grad I	subkapsuläres Hämatom <10% der Oberfläche oder Laceration, <1 cm Tiefe
Grad II	subkapsuläres Hämatom 10-50% der Oberfläche oder Laceration 1-3cm Tiefe
Grad III	Hämatom >50% der Oberfläche, intraparenchymatös >10 cm oder Laceration >3cm Tiefe
Grad IV	Parenchymriß 25-75% eines Leberlappens
Grad V	Parenchymriß 75% eines Leberlappens oder juxtahepatische
Grad VI	Abriß der Leber mit Durchtrennung der versorgenden vaskulären Strukturen

**Tabelle 7 AAST-Klassifikation des Pankreustraumas**

Grad I	Minorkontusion oder Laceration ohne Gangbeteiligung
Grad II	Majorkontusion oder Laceration ohne Gangbeteiligung
Grad III	Distale Parenchymdurchtrennung oder Läsion mit Gangbeteiligung
Grad IV	Proximale Parenchymdurchtrennung (rechtsseitig der Mesenterialvene)
Grad V	Massive Zerreißung des Pankreaskopfes

### **3.4 Verlaufskontrolle**

Die Patienten, die mit dem Verdacht oder der gesicherten Diagnose eines stumpfen Bauchtraumas aufgenommen wurden, wurden engmaschig klinisch kontrolliert. Bei Patienten mit niedrigen Hämoglobinwerten oder mit erhöhter Serumkonzentration von ASAT und/oder ALAT oder mit erhöhter Serumkonzentration der Amylase und/oder der Lipase oder mit einem Nachweis für eine Mikro-/ Makrohämaturie ohne Beweis für eine Organläsion erfolgten stationäre Überwachung und Bettruhe. Die auffälliger Laborwerte wurden erneut überprüft. Bei allen aufgenommenen Patienten mit primär pathologischem, aber auch unauffälligem Sonografie-Befund erfolgte im Verlauf eine Kontrollsonografie.

Die Patienten, die neben den oben beschriebenen Befunden eine intraabdominelle freie Flüssigkeit und/oder Organläsionen mit stabilen Kreislaufverhältnissen aufwiesen, wurden auf der pädiatrischen Intensivstation für 24-48 Stunden überwacht und engmaschig sonografisch und laborchemisch kontrolliert. Nach Stabilisierung des allgemeinen Zustandes der Patienten wurden sie auf die kinderchirurgische Normalstation verlegt. Hier wurden die Patienten weiter überwacht und langsam mit Schmerzlinderung unter physiotherapeutischer Betreuung mobilisiert.

Bei einigen Patienten mit Organläsion, die konservativ oder chirurgisch behandelt wurden, wurden zur weiteren Verlaufskontrolle organbezogene Untersuchungen, wie eine Abdomen-MRT oder eine MRCP oder eine Uro- MRT oder eine Nierenzintigrafie durchgeführt.

### **3.5 Auswertung**

Der Unfallhergang, die klinischen Befunde sowie alle laborchemischen und radiologischen Befunde wurden aus den Patientenakten des Krankenhauses übernommen. Der weitere Verlauf, das therapeutische Vorgehen, die frühen oder späten Komplikationen konnten anhand der Arztbriefe nachvollzogen werden.

Insgesamt wurden 156 Patienten in diese Studie aufgenommen. Die Patienten wurden nach folgenden Kriterien unterteilt:

- Patientenalter
- Patientengeschlecht
- Unfallort
- Unfallhergang
- Begleitverletzungen
- Einteilung nach Art der parenchymatösen Organverletzung
- Therapeutische Erstmaßnahmen.
- Verlauf während und nach dem stationären Aufenthalt

Alle Daten wurden tabellarisch erfasst, anonymisiert und in ein Excel-Datenblatt eingegeben

Auf eine statistische Auswertung wurde verzichtet, da sie die klinische Aussagekraft der Arbeit nicht erhöht hätte.

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Geschlechtsverteilung

Im Untersuchungszeitraum von 2007 bis 2013 wurden insgesamt 156 Personen behandelt. Hierbei überwogen die männlichen Patienten (Abb. 1).

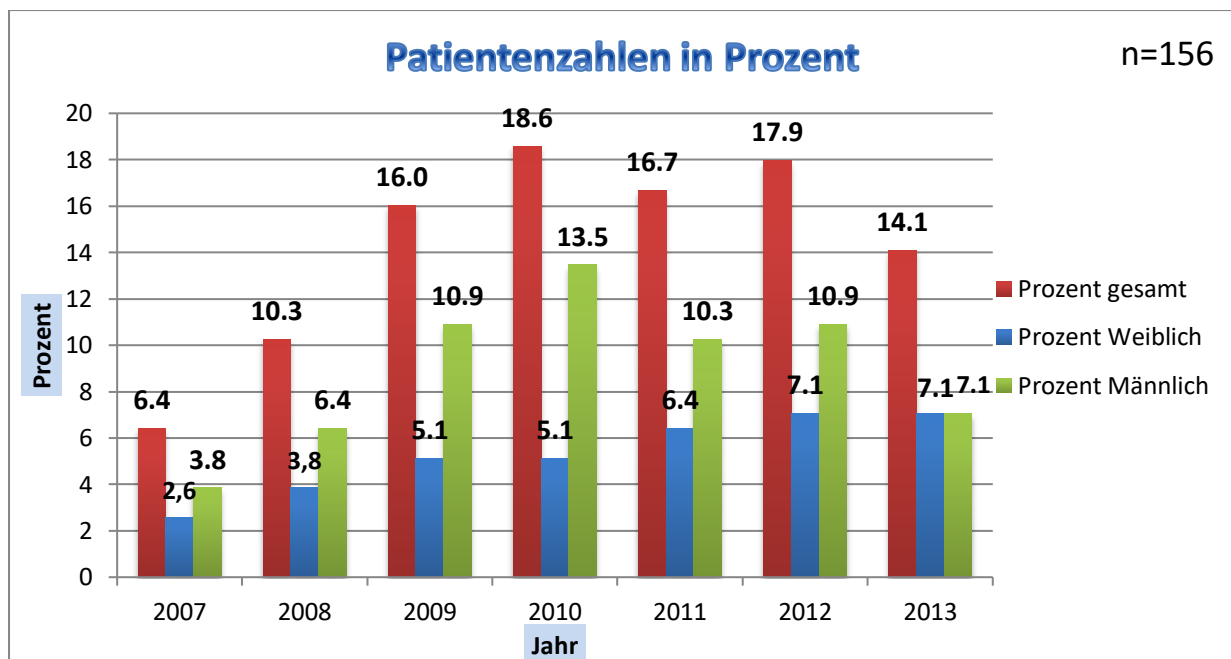


Abb. 1: Männliche und weibliche Patientenzahl pro Jahr

### 4.2 Durchschnittsalter

Der durchschnittliche Mittelwert des Alters lag bei männlichen Patienten bei 9 Jahren und bei weiblichen Patienten bei 10 Jahren.

### 4.3 Altersverteilung bei stumpfem Bauchtrauma

Die Kinder, die bis zum ersten Lebensjahr ein stumpfes Bauchtrauma erlitten, bilden die kleinste Patientengruppe (2,6 %). Die Patienten vom ersten bis zum vierten Lebensjahr findet man mit einer Häufigkeit von 9,6 % in der zweitgrößten Patientengruppe. Bei Schulkindern zwischen fünf und neun Jahren sind 28,8 % betroffen. Die größte Gruppe bei der ein stumpfes

Bauchtrauma diagnostiziert wurde, sind Jugendliche im Alter von 10 bis 17 Jahren, d.h. 59 % aller in diese Studie aufgenommenen Patienten (Abb. 2).

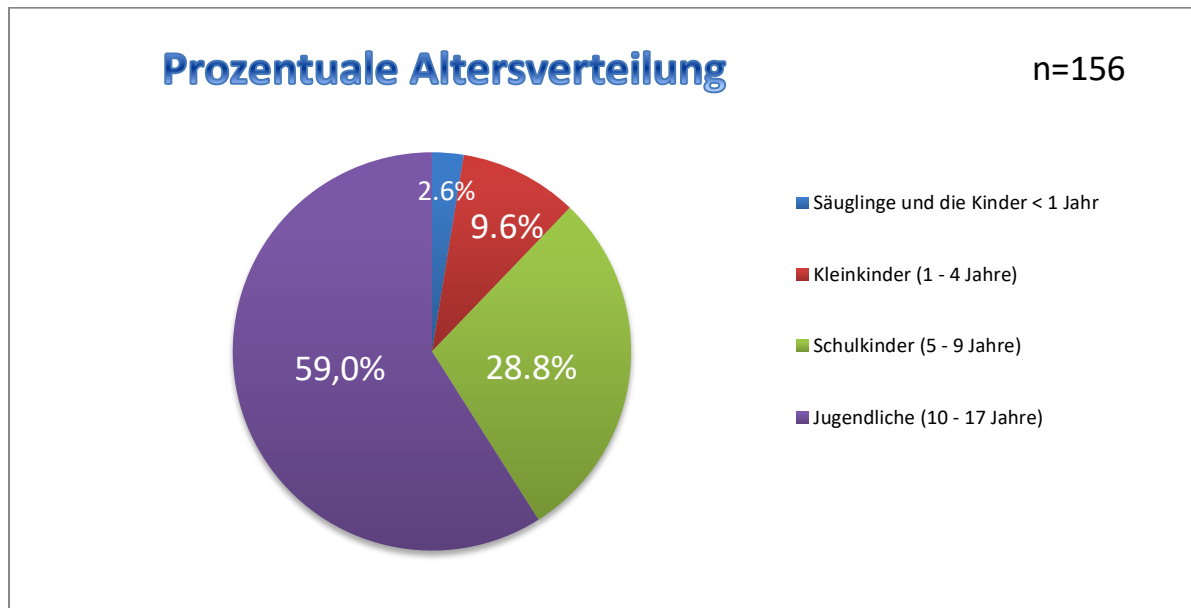


Abb. 2: Prozentuale Altersverteilung der Bauchtraumapatienten

#### 4.4 Unfallort

Von den 156 untersuchten Patienten ereigneten sich 73,1 % der Unfälle in der Freizeit. In 26,9 % der Fälle traten die Unfälle im Kindergarten, in der Schule oder auf dem Heimweg von den Kindereinrichtungen auf (Abb. 3).

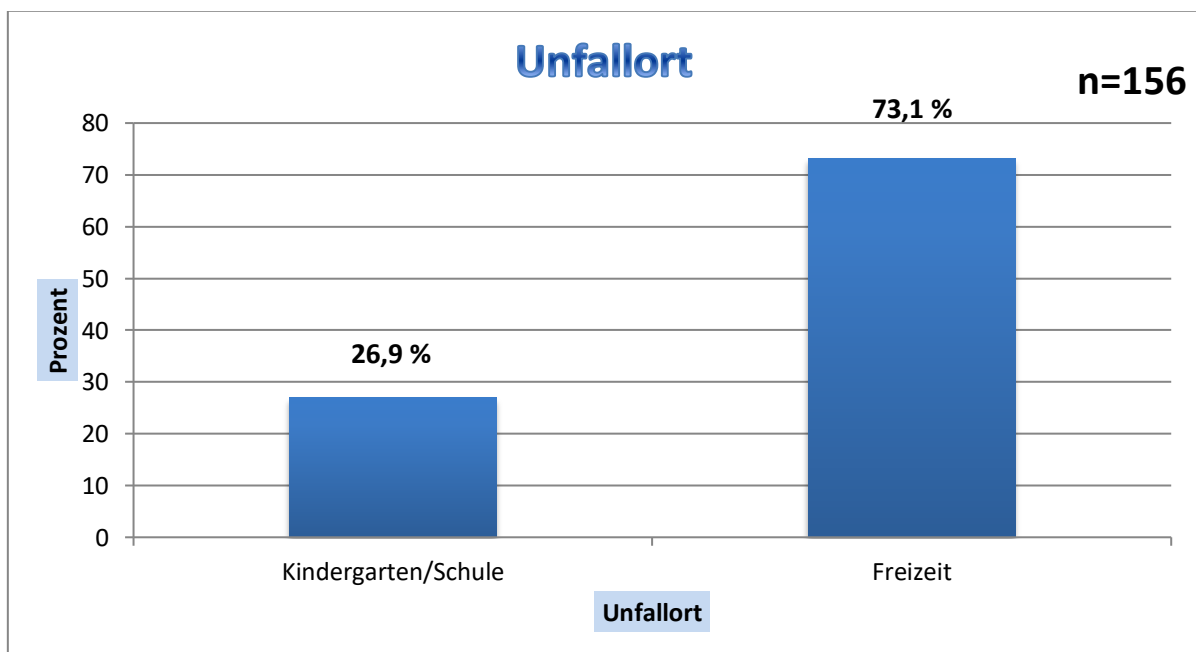


Abb. 3: Prozentuale Verteilung der Unfallorte

## 4.5 Unfallmechanismus

In Abbildung 4 sind die Patienten nach dem Unfallhergang eingeteilt. Der häufigste Unfallmechanismus war eine direkte Gewalteinwirkung auf den Bauch (30,1 %). Zweithäufigster Unfallhergang waren Stürze aus großer Höhe (25,6 %), gefolgt von einem Verkehrsunfall (23,7 %), bei dem 37 Kinder im Mitleidenschaft gezogen wurden (Abb.4). Von diesen 37 Kindern waren zwanzig Kinder Insassen in einem Kraftfahrzeug, davon waren 99 % angeschnallt. Elf Kinder (29,7%) sind als Fahrradfahrer und sechs Kinder (16,2%) als Fußgänger bei einem Verkehrsunfall verletzt worden (Abb. 5). Dreißig Kinder (19,2 %) zogen sich bei einem Sturz mit dem Fahrrad ohne Verkehrsunfall ein stumpfes Bauchtrauma zu. Bei zwei Fällen, entsprechend 1,3 % der Studienteilnehmer, handelte es sich um Kindesmisshandlung als Ursache für das stumpfe Bauchtrauma im Kleinkindesalter (Abb.4).

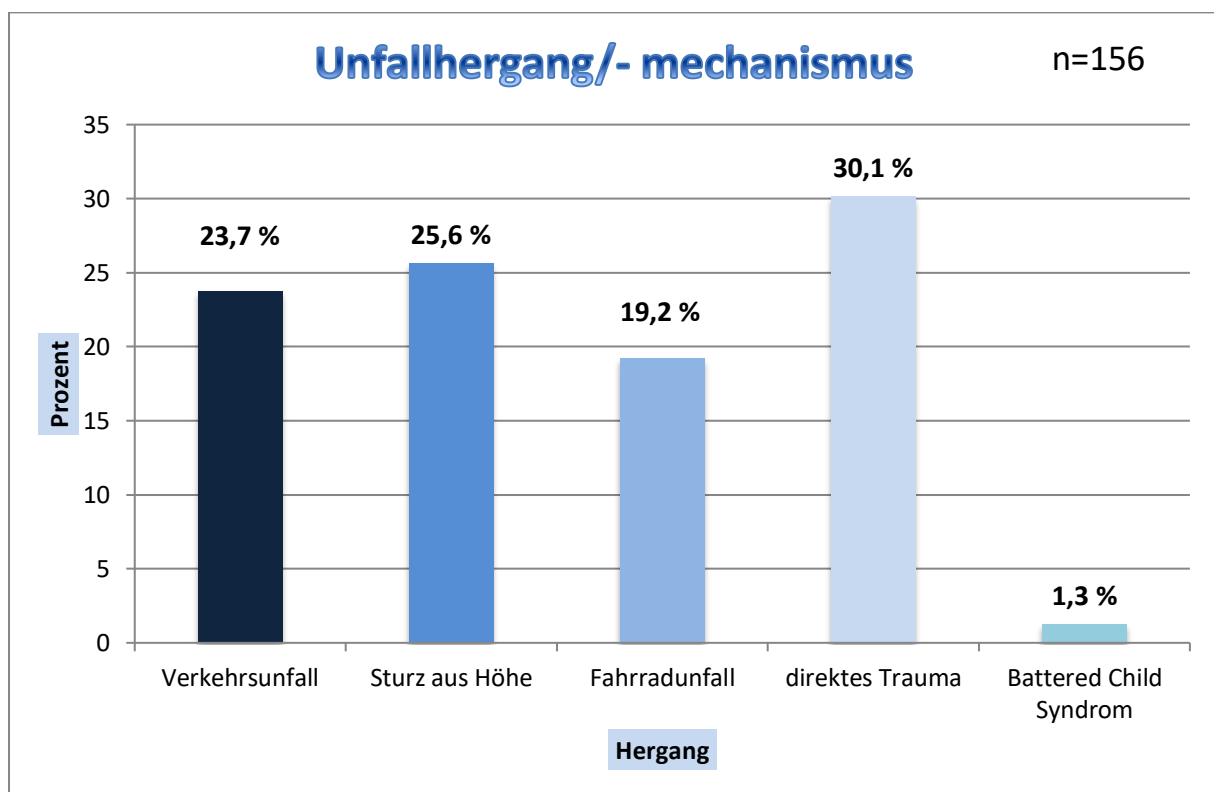


Abb. 4: Verteilung der Ursachen für das stumpfe Bauchtrauma

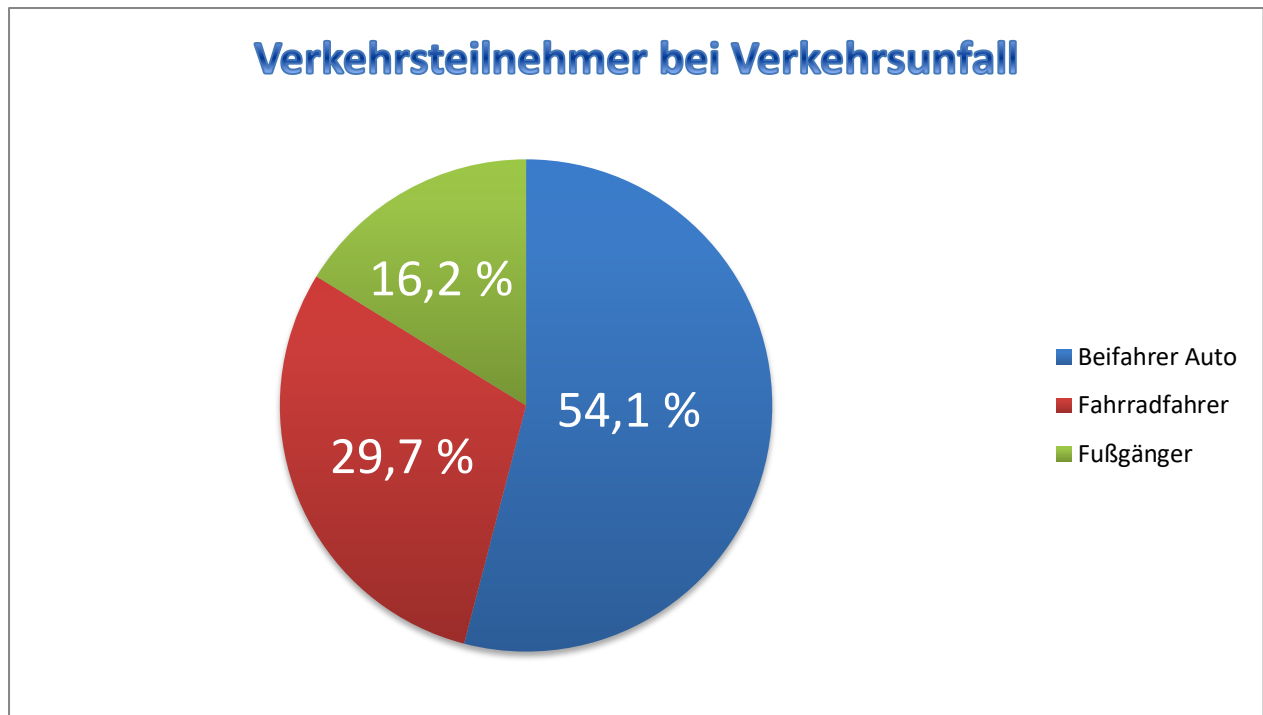


Abb. 5: Häufigkeit der Art der Verkehrsteilnahme bei Verkehrsunfällen

#### 4.6 Organverletzungen

Die Patienten mit deutlicher Bauchsymptomatik, zum Beispiel mit den Abdrücken des Radlenkrades oder mit deutlichen Exkorationen des Abdomens, wurden stationär zur Beobachtung aufgenommen. Von untersuchten 156 Patienten konnte bei 62 (39,7%) eine intraabdominelle Organverletzung festgestellt werden. Die anderen 94 Patienten konnten nach einem unauffälligen stationären Verlauf entlassen werden. In der Patientengruppe mit Organverletzungen zeigte sich die Leberkontusion (n=17, 10,9%) als die am häufigsten aufgetretene Organverletzung bei einem stumpfen Bauchtrauma im Kindesalter, gefolgt von einer Nierenkontusion (n=12, 7,7%) und der Pankreaskontusion (n=5, 3,2%). Bei den Organrupturen (n=18, 11,5%) war die Milz das am häufigsten rupturierte Organ (n=9, 50%). Drei Patienten erlitten eine Nierenruptur und vier Patienten eine Leberruptur. Bei sieben Patienten wurde eine Nieren-Leberkontusion und bei einem Patienten eine Leber-Milzruptur beobachtet (Abb. 6).

Aufgrund von Autounfällen trat in einem Fall eine Jejunumläsion und in einem anderen Fall ein Abriß der Mesenterialgefäße des Dünndarms auf.



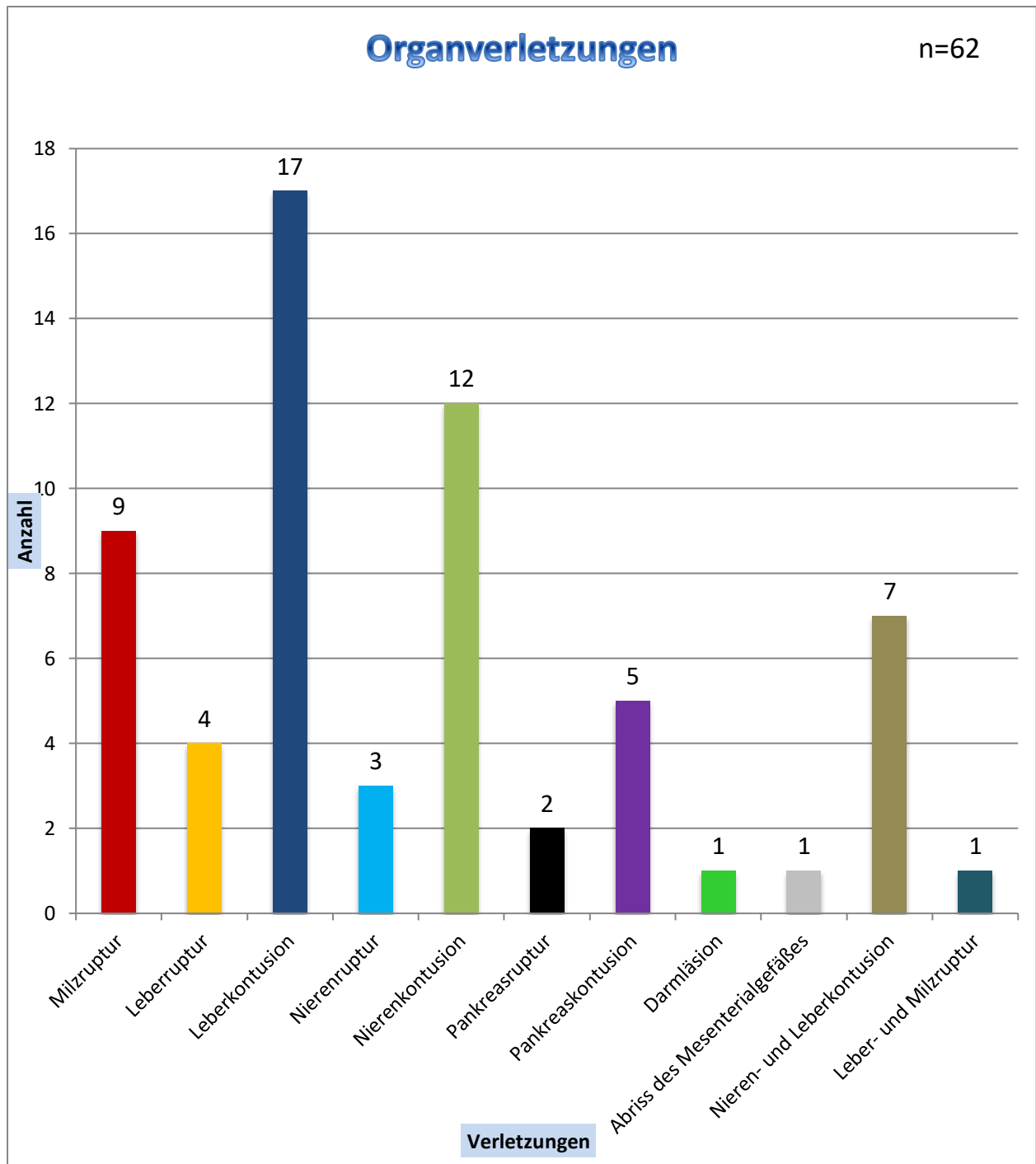


Abb. 6: Verletzungshäufigkeit nach Organen

#### 4.7 Begleitorganverletzungen

Im Zusammenhang mit einem stumpfen Bauchtrauma durch unterschiedliche Traumamechanismen ergaben sich auch Begleitverletzungen wie Frakturen oder Prellungen der Extremitäten, Prellung des Beckens, des Thorax oder der Wirbelsäule (Abb. 7). Relativ oft trat ein Schädel-Hirn-Trauma auf. Ein Patient erlitt eine Genitalprellung.

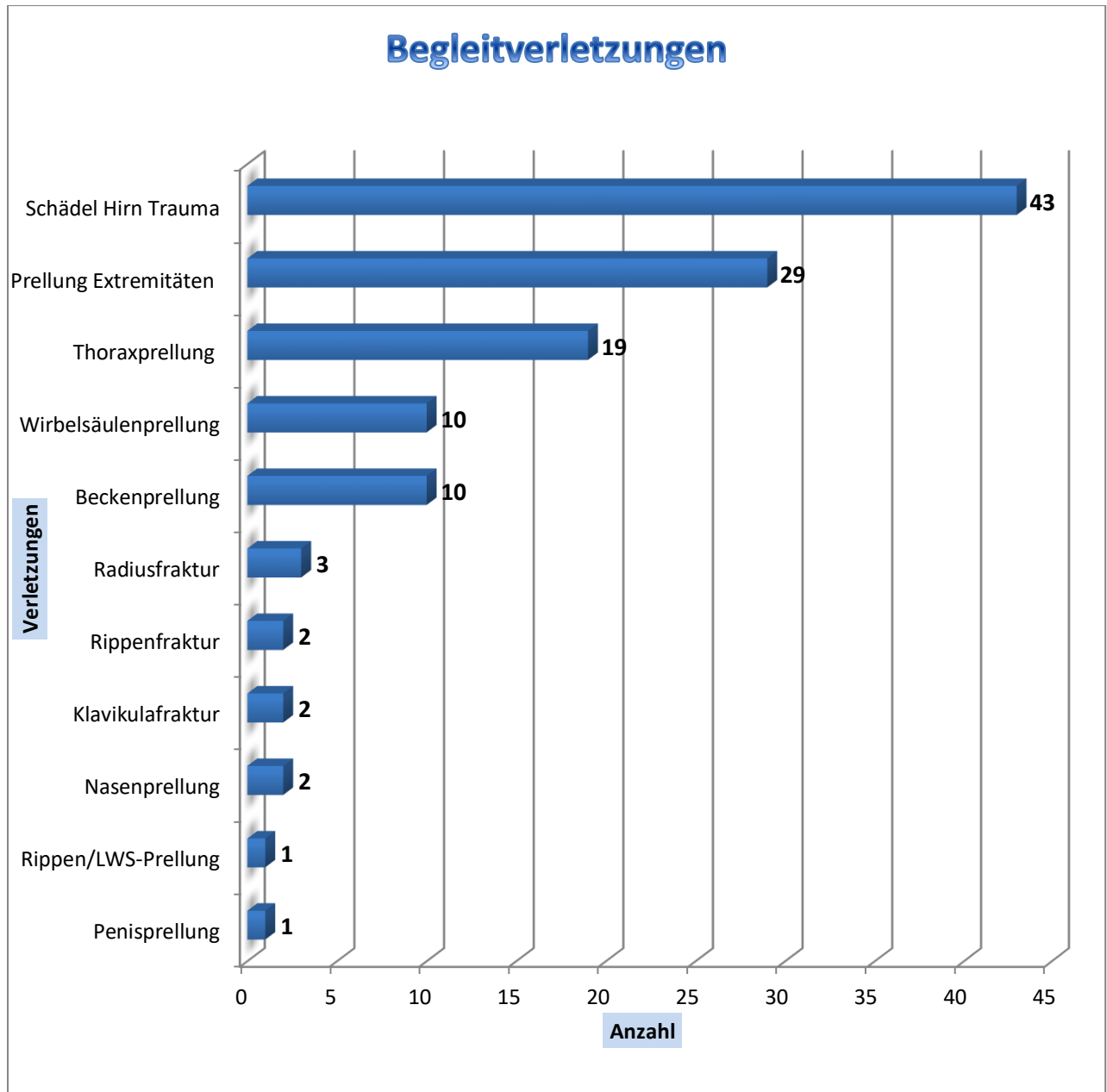


Abb. 7: Art der Begleitverletzung in Anzahl bei stumpfen Bauchtraumata

#### 4.8 Durchschnittliche stationäre Aufenthaltsdauer

Der durchschnittliche Mittelwert der stationäre Verweildauer betrug 4,1 Tage (Abb.8).

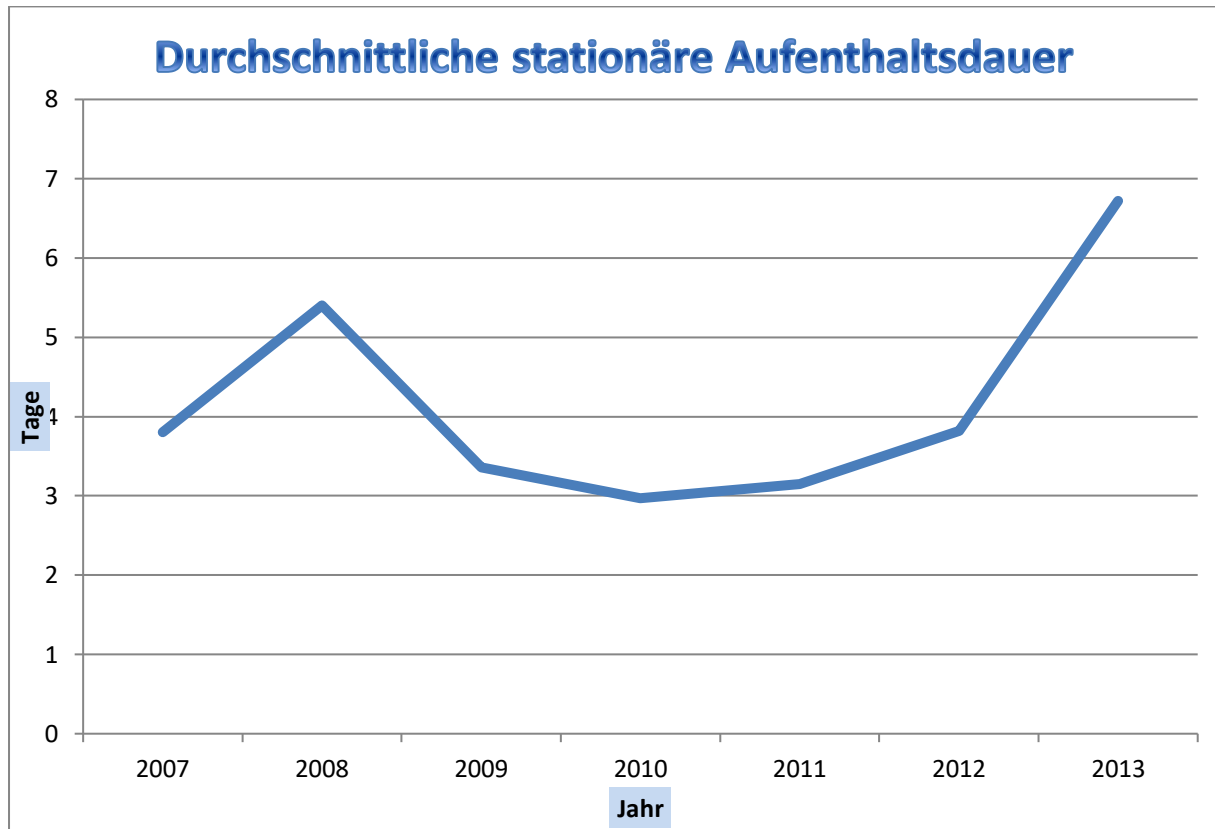


Abb. 8: Durchschnittliche stationäre Aufenthaltsdauer pro Jahr

#### 4.9 Ergebnisse der bildgebenden Untersuchungen

Bei 154 der 156 Patienten wurde nach der initialen körperlichen Untersuchung eine Sonografie des Abdomens durchgeführt. Bei zwei Patienten erfolgte initial eine CT-Abdomen ohne primäre sonografische Untersuchung. Der erste Patient wurde mit einer schon durchgeführten CT-Abdomen von einem anderen Krankenhaus in unsere Klinik verlegt. Bei dem zweiten Patienten erfolgte eine initiale CT-Abdomen ohne sonografische Untersuchung aufgrund eines sich rasch entwickelnden akuten Abdomens nach einem stumpfen Bauchtrauma. Bei beiden Patienten wurde eine intraabdominelle Organläsion nachgewiesen.

Bei 154 Patienten wurde als erste diagnostische Maßnahme eine Sonografie durchgeführt. Davon wurden 131 Patienten aufgrund der auffälligen Laborparameter trotz des unauffälligen sonografischen Befundes stationär aufgenommen. Nur bei einem Patient wurde trotz unauffälligem Sonografie-Befund bei sehr erhöhten Leberwerten eine CT Abdomen durchgeführt, die eine Leberruptur bewies. Von 154 Patienten hatten zweiundzwanzig Patienten einen auffälligen sonografischen Untersuchungsbefund mit intraabdomineller freier Flüssigkeit oder dem Verdacht auf eine Organläsion. Davon erfolgten bei zehn Patienten nach auffälligem Sonografie-Befund keine anderen Untersuchungen zur weiteren Diagnostik. Acht Patienten bekamen eine CT-Abdomen und vier Patienten eine MRT-Abdomen oder MRCP. Bei einem Patient hat die CT den sonografischen Verdacht nicht bestätigt. Insgesamt bei elf Patienten mit auffälligen sonografischen Befund wurden nach CT/MRT oder MRCP intraabdominelle Organläsionen festgestellt. Bei zwei Patienten wurden mittels Kontrollsonografie ein Verdacht auf intraabdominelle Organläsionen festgestellt. Die Diagnose wurden bei beiden Fällen mittels CT bestätigt (Abb. 9).

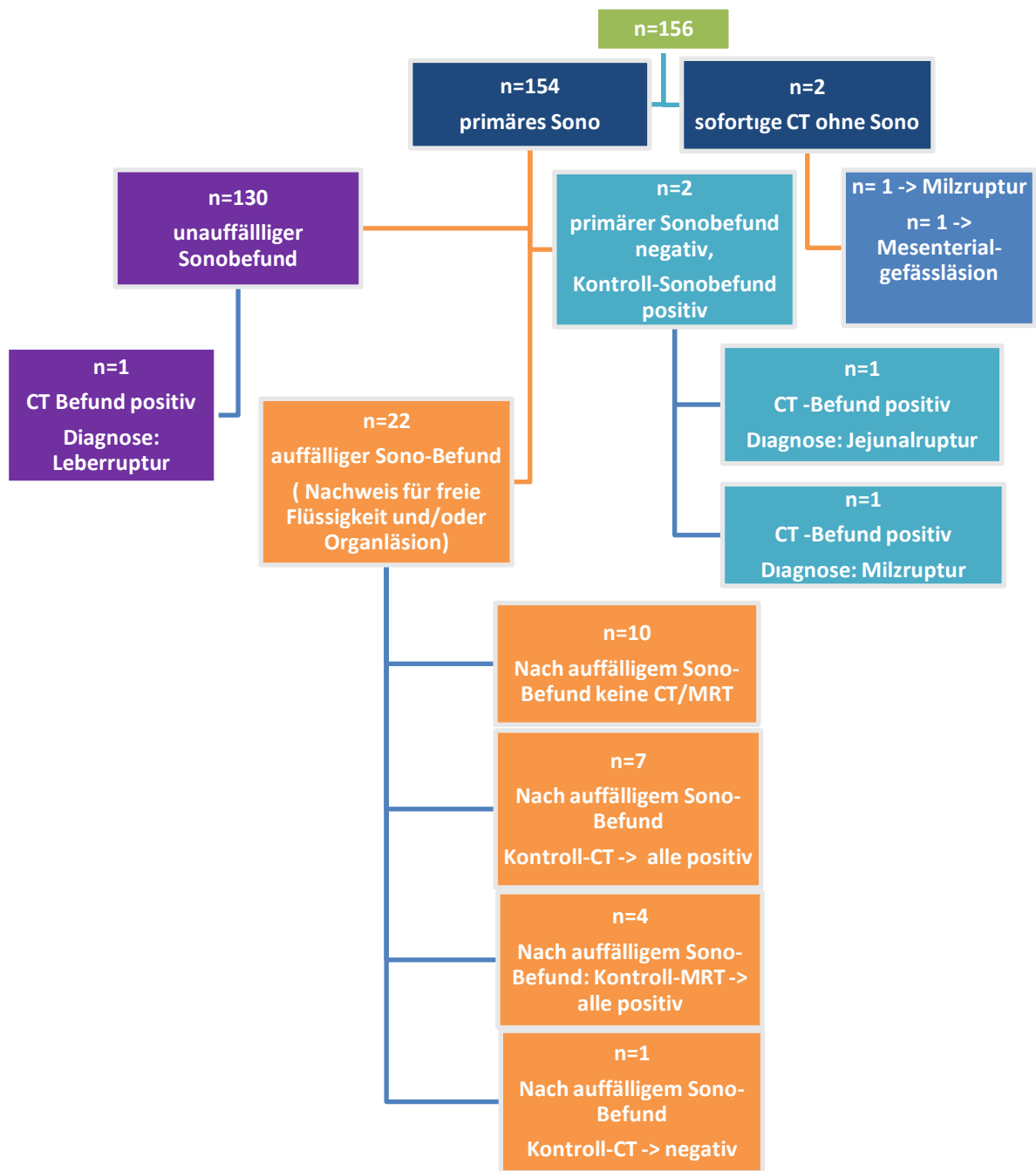


Abb. 9: Zusammenfassung der Ergebnisse nach den bildgebenden Untersuchungen

#### 4.10 Vergleich der bildgebenden Verfahren

In Tabelle 8 wurden die Fälle zusammengefasst, bei denen nach einer Sonografie oder auch ohne Sonografie eine ergänzende CT- oder MRT-Untersuchung durchgeführt wurde.

Ein auffälliger Sonografiebefund wurde als Nachweis für eine intraabdominelle freie Flüssigkeit und /oder als Nachweis für eine Organläsion bewertet. Bei sieben Patienten konnte nach einem auffälligen Sonografiebefund mit Hilfe einer CTs und in vier Fällen mit Hilfe

eines MRTs eine intraabdominelle Organläsion bestätigt werden. Nur bei einem Patienten mit einem auffälligen Sonografiebefund zeigte die CT ein unauffälliges Ergebnis. In zwei Fällen zeigten sich Auffälligkeiten erst in einer Kontrollsonografie, die durch eine CT-Abdomen bestätigt wurden. Wie in der Tabelle 8 deutlich wird, erbrachte die Sonografie in dieser Studie nur einen falsch negativen Befund und nur einen falsch positiven Befund.

Tabelle 8: Übersicht zum Vergleich der Ergebnisse aus den bildgebenden Verfahren

	<i>CT auffällig</i>	<i>CT unauffällig</i>	<i>MRT auffällig</i>
<i>Sonografiebefund: auffällig n=</i>	<i>7</i>	<i>1</i>	<i>4</i>
<i>Sonografiebefund: unauffällig n=</i>	<i>1</i>	<i>-</i>	<i>-</i>
<i>Primärer Sonografiebefund unauffällig, Kontroll-Sonografiebefund: auffällig n=</i>	<i>2</i>	<i>-</i>	<i>-</i>

#### 4.11 Therapie und Verlauf

Die Patienten mit einer Organläsion wurden in 98 % der Fälle konservativ behandelt. In drei Fällen wurden operative Eingriffe durchgeführt (Abb. 10).

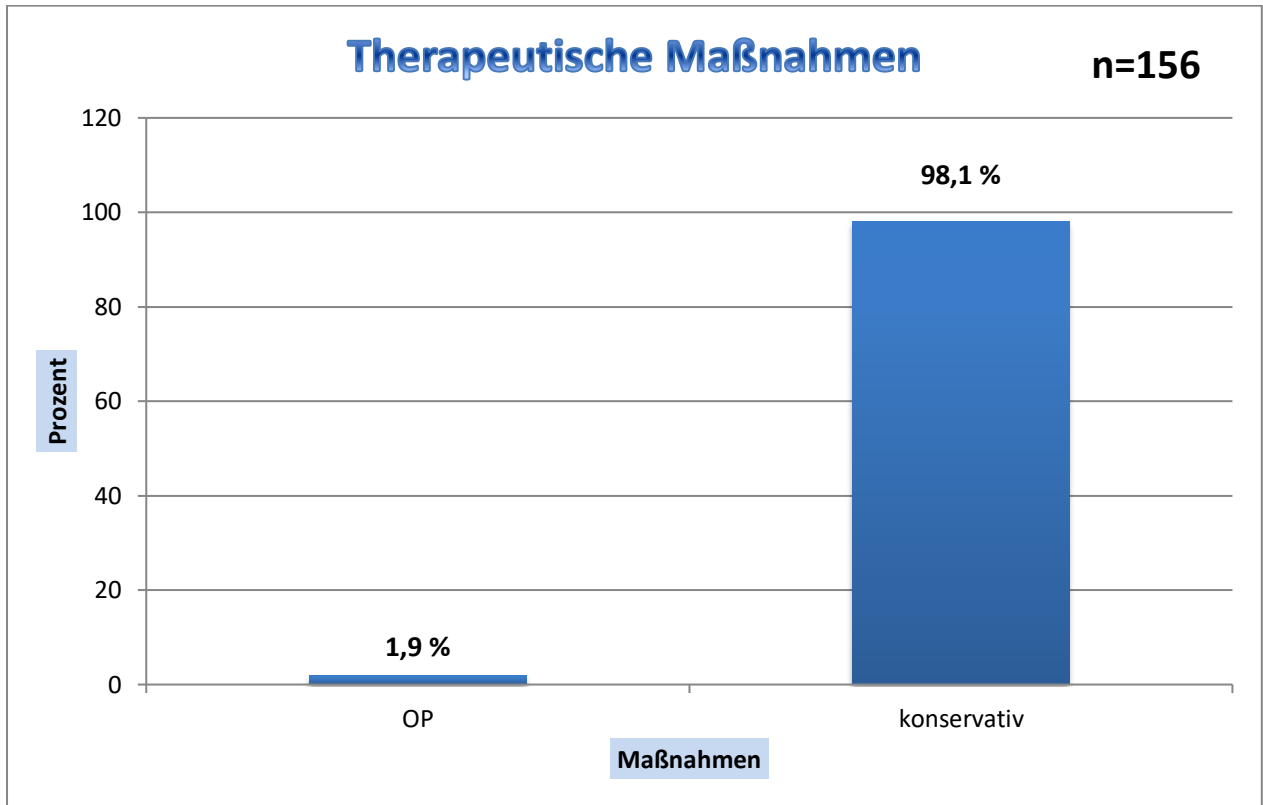


Abb. 10: Therapeutische Maßnahmen nach stumpfen Bauchtraumata

##### 4.11a Chirurgische Therapie und Verlauf

###### 1. Fallbeispiel für Milzläsion

Beim ersten Patienten handelte sich um einen Milzruptur nach direkter Gewalteinwirkung am Abdomen. Diese konnte sonografisch im Rahmen der Erstuntersuchung festgestellt werden (Abb. 11; Bild 1). Stationäre Überwachung mit Bettruhe erfolgte für 2 Wochen. Während dieser Zeit wurden regelmäßige sonografische Untersuchungen durchgeführt, die keine weitere aktive Blutung der Milzruptur zeigten. Die Verlaufskontrolle nach Entlassung wurde sonografisch durchgeführt. Sieben Tage nach der Entlassung im Rahmen der ersten ambulanten Nachuntersuchung zeigte sich sonografisch ein Größenwachstum der Milzläsion (Abb. 11; Bild 2). Das weitere, fünf Tage später durchgeführte MRT zeigte eine Zunahme der

Größe der Milzläsion (Abb. 11; Bild 3), so dass wegen einer zweizeitig eingebluteten Milzläsion eine elektive offene Marsupialisation der zystischen Läsion erfolgte. Der weitere Verlauf war unauffällig.

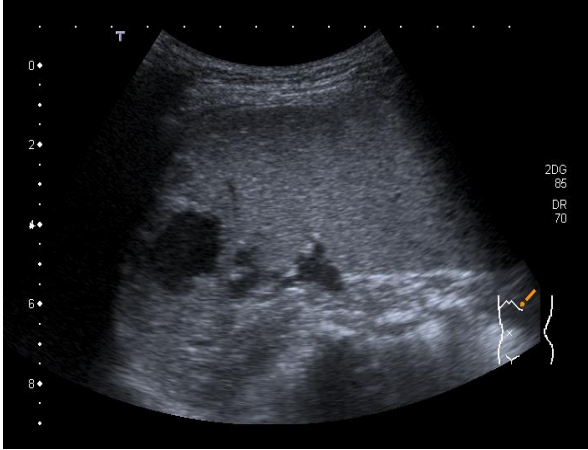

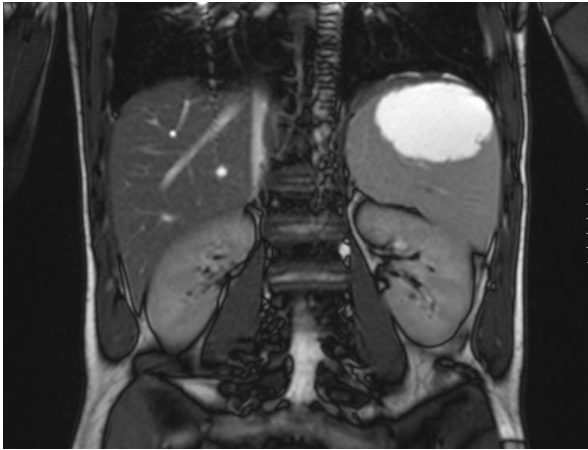
	<p><u>Bild 1: Sonografiebefund am Aufnahmetag:</u></p> <p>unterhalb der Kapsel an der lateralen Kurvatur eine echofreie unregelmäßig begrenzte Raumforderung; Milzruptur.</p>
	<p><u>Bild 2: Sonografiebefund von der ersten Kontrolle – 7 Tage nach Entlassung:</u></p> <p>Größenprogredienz der Milzläsion. Bei Entlassung stellte sich die zystische Läsion mit 1,4 cm Durchmesser und bei der ambulanten Kontrolle mit ca. 4 cm Durchmesser dar.</p>
	<p><u>Bild 3: Abdomen MRT 12 Tage nach Entlassung:</u></p> <p>Größenprogredienz der Läsion: Die Milzläsion ist zwölf Tage nach Entlassung 7,3 x 6,6 x 5,6 cm groß.</p>

Abb. 11: Bilderserie einer Milzläsion mit zweizeitiger Blutung



Beim zweiten Fall handelte es sich um eine Jejunalläsion, die sich der Patient durch einen Verkehrsunfall zugezogen hatte. Bei der initialen Sonografie des Abdomens konnte keine pathologische Veränderung festgestellt werden. Aufgrund der Zunahme der abdominellen Beschwerden wurde in der Kontrollsonographie intraabdominal freie Flüssigkeit festgestellt. Zur Diagnostik der intraabdominellen Läsion wurde eine CT des Abdomens durchgeführt, das eine Jejunalläsion nachwies. Daraufhin erfolgte eine Laparotomie mit Jejunumteilresektion und End-zu-End Anastomose. Der postoperative Verlauf gestaltete sich unauffällig.

### 3. Fallbeispiel für Gefäßläsion

Beim dritten Fall zog sich eine Patientin bei einem Verkehrsunfall einen Mesenterialgefäßeinriß zu. Es konnte sonografisch intraabdominelle freie Flüssigkeit nachgewiesen werden. Durch eine Abdomen-CT mit Angiographie wurde der Mesenterialgefäßeinriß dargestellt. Es erfolgte eine Laparotomie mit einer Dünndarmteilresektion. Im postoperativen Verlauf entwickelte sich eine Anastomoseninsuffizienz, welche mehrmals revidiert werden musste. Schliesslich konnte das Abdomen nach Vakuumtherapie verschlossen werden. In der Folgezeit stellte sich diese Patientin noch mehrmals mit rezidivierenden Bauchschmerzen vor, die jedoch nicht interventionspflichtig waren.

## **4.11b konservative Therapie und Verlauf**

Bei trotz hochgradiger Organverletzung kreislaufstabilen Patienten wurde eine konservative Therapie durchgeführt.

### 1. Fallbeispiel für Pankreasläsion

Im untersuchten Zeitraum von 2007 bis 2013 traten zwei Pankreasrupturen durch ein stumpfes Bauchtrauma auf. In beiden Fällen wurden konservative Maßnahmen durchgeführt. Bei dem ersten Patient handelte sich um eine Kindesmisshandlung bei einem 23 Monate alten Kind, welches eine Pankreaskorpusläsion erlitt (Abb. 12; Bild 1). Die Verlaufskontrollen

erfolgten durch MRT und MRCP (Abb. 12; Bild 2,3,4,5). Sieben Monate nach dem Trauma hatte die Pankreaskorpusläsion zu einer Atrophie der Pankreascauda geführt.

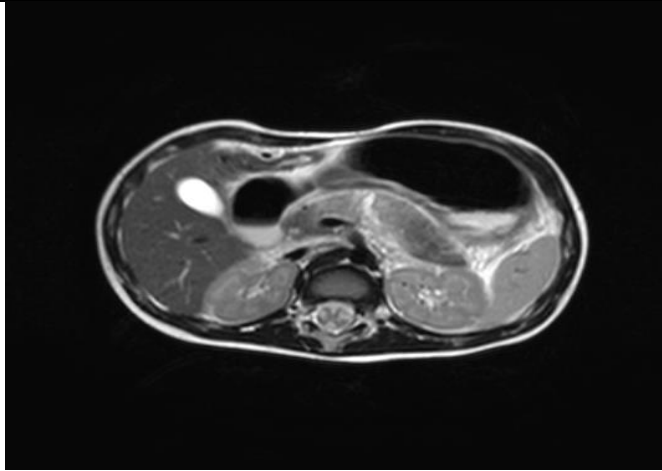


Bild 1: MRT Abdomen am Aufnahmetag:

eine Pankreasläsion im Korpusabschnitt



Bild 2: MRCP 3 Tage nach dem Trauma:

im Bereich der Pankreasläsion im Korpus kein Pankreasgang abgrenzbar. Geringe Flüssigkeitsmenge ober- und unterhalb der Läsion



Bild 3: MRT 4 Wochen nach dem Trauma:

eine Pankreasläsion im Corpusabschnitt

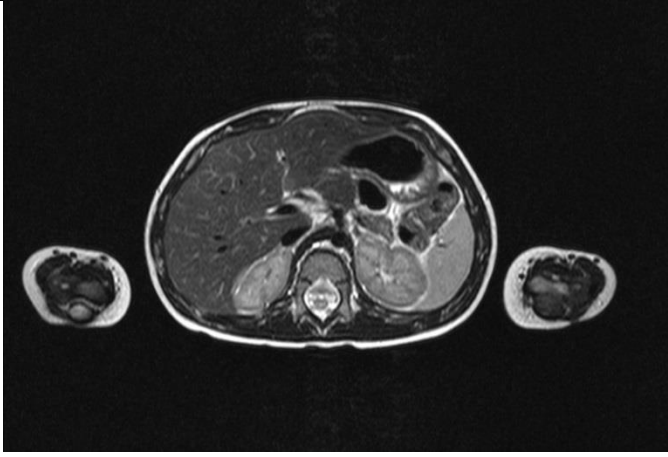
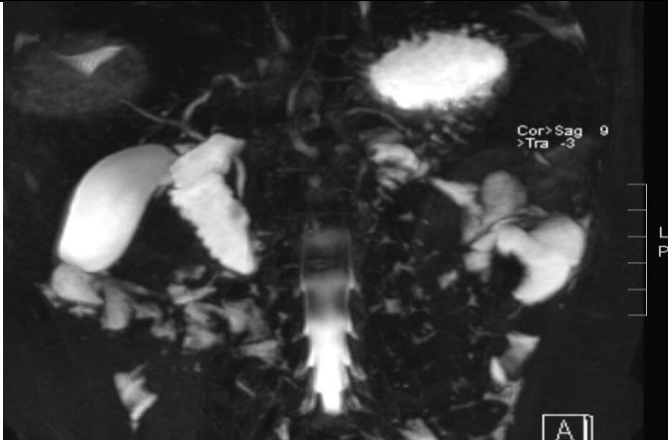
	<p><u>Bild 4: MRT 6 Monate nach dem Trauma:</u></p> <p>Atrophie des Pankreasschwanzes</p>
	<p><u>Bild 5: MRCP 7 Monate nach dem Trauma:</u></p> <p>Atrophie des Pankreasschwanzes ohne Nachweis eines Staus in den Pankreasgängen und Pseudozyste.</p>

Abb. 12: Bilderserie einer Pankreasläsion

## 2. Fallbeispiel für Nierenruptur

Bei einem Patienten handelte es sich um eine Nierenläsion IV. Grades nach Moore E. et al<sup>34</sup> nach einem Treppensturz (Abb. 13; Bild 1). Wegen sonografisch nachgewiesener freier Flüssigkeit wurde eine CT des Abdomens durchgeführt. Bei dem kreislaufsuffizienten Kind entschied man sich für ein konservatives Vorgehen mit strenger Bettruhe und prophylaktischer antibiotischer Therapie. Die Verlaufskontrolle wurde mit Sonografie und mit Nierenfunktionsszintigraphie durchgeführt (Abb. 13; Bild 2, 3) Bei der sonografischen Kontrolle nach zwei Jahren zeigte die betroffene Niere eine Verkleinerung. (Abb. 13; Bild 4). Eine initial sich entwickelnde renale Hypertonie normalisierte sich im weiteren Verlauf.



Bild 1: CT Nieren Nativ und mit Kontrastmittel:

Querriss der rechten Niere mit Einblutung nach retroperitoneal und intraabdominell, Kein Nachweis einer Verletzung der Nierenarterien oder Nierenvenen.

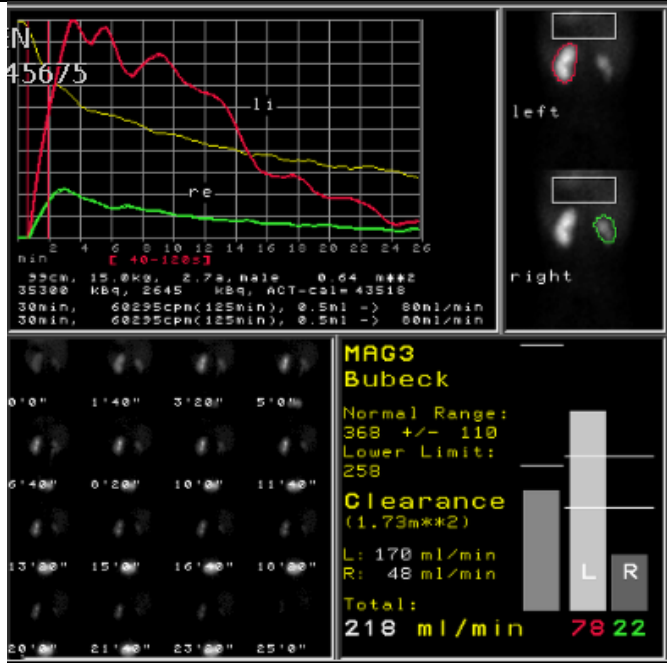


Bild 2: Nierenfunktionsszintigraphie 3 Monate nach dem Trauma:

Die Nierenclearance ist nur gering erniedrigt bei verminderter Funktion der kleinen rechten Niere. Harnabflußstörung links ohne Hinweis auf Obstruktion

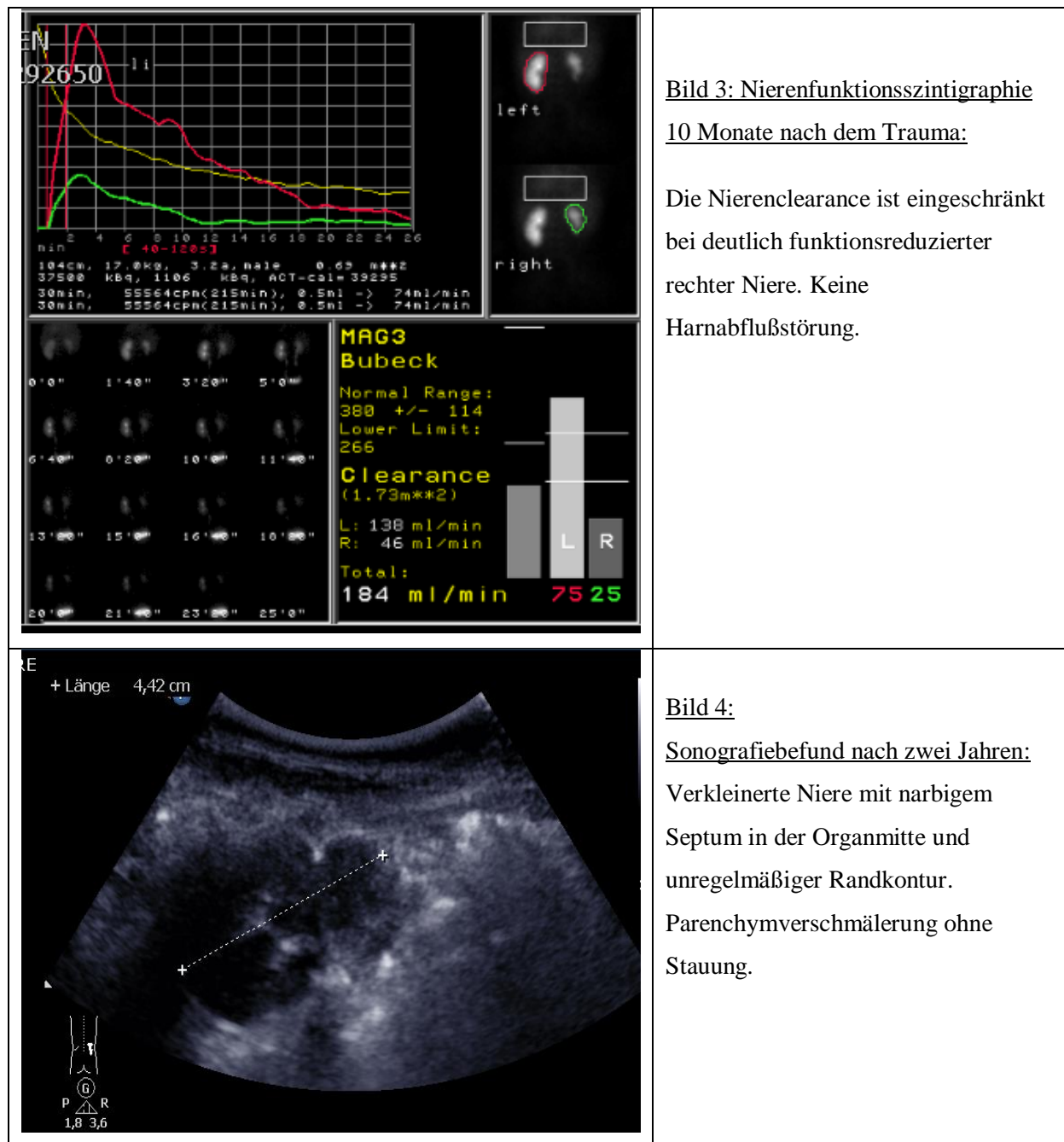


Abb. 13: Bilderserie bei einer Nierenläsion.

#### 4.12 Komplikationen im Krankheitsverlauf

Bei der Gruppe von 156 Patienten mit festgestellten intraabdominellen Organläsionen zeigten sich in fünf Fällen im Verlauf Komplikationen (Abb. 14). Bei zwei Patienten, bei denen eine weitere Betreuung heimatnah durchgeführt wurde, konnten etwaige Spätfolgen nicht beurteilt werden.

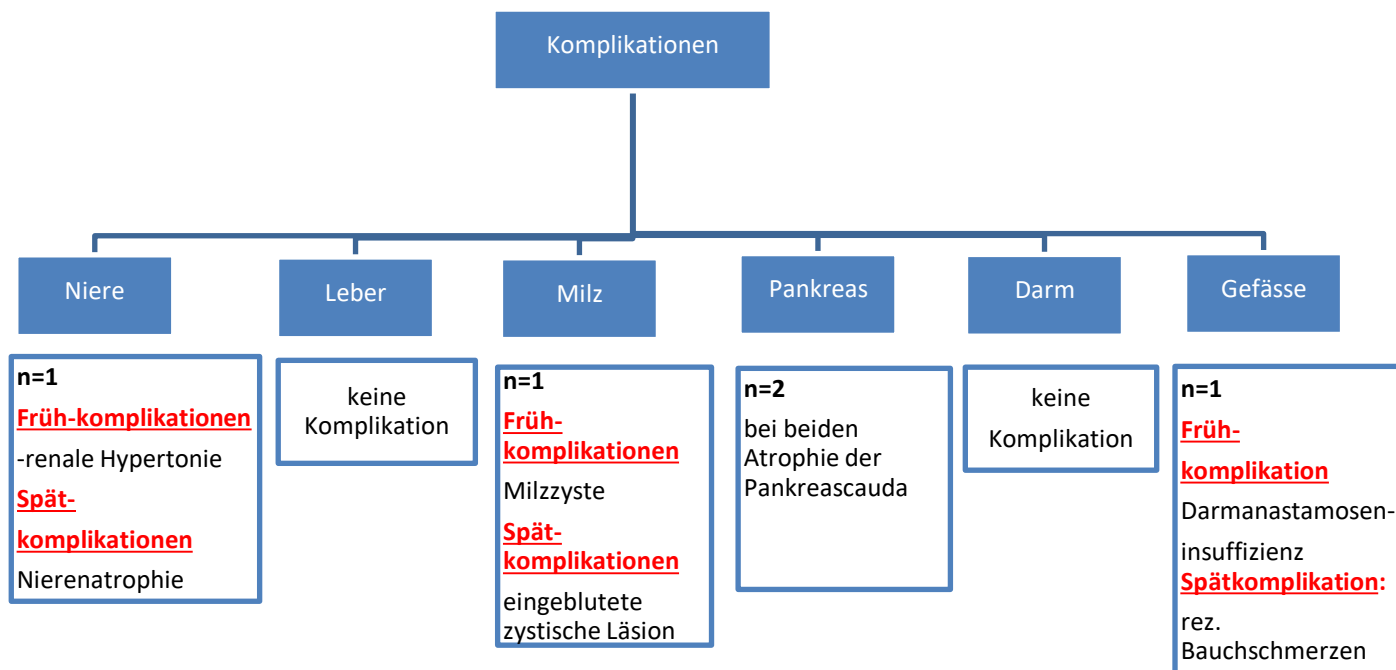


Abb. 14: Früh- und Spätfolgen des stumpfen Bauchtraumas

## 5 Diskussion

Trotz aller Schutzmaßnahmen für die Kindersicherheit werden Kinder mit stumpfem Bauchtrauma in den Notfallambulanzen der Krankenhäuser vorgestellt. In den meisten Fällen sind die Verletzungen auf die Bauchwand begrenzt und es liegen keine Organläsionen vor. Trotzdem gibt es immer wieder stumpfe Bauchtraumata mit relevanten intraabdominellen Organverletzungen.

Die Bedeutung dieser Studie besteht darin, dass ähnliche Zusammenfassungen von Erstdiagnosemaßnahmen, Therapie und Erkrankungsverlauf besonders bei Kindern nur sporadisch publiziert wurden. National und international verbreitet sich das nichtoperative Management (NOM) bei der Versorgung parenchymatöser Organläsionen nach stumpfem Bauchtrauma. In der Diagnostik der Verletzungen konkurrieren Ultraschalluntersuchung und Computertomografie.

Hierfür wurden die Daten von 156 Patienten, die zwischen 2007 und 2013 mit stumpfem Bauchtrauma im Kindesalter von 0 bis 18 Jahre in der Notfallambulanz der Klinik und Poliklinik für Kinderchirurgie an der Universitätsmedizin Greifswald vorgestellt und stationär aufgenommen wurden, retrospektiv untersucht. Es wurden der Unfallhergang, die Begleitverletzungen, die Art und Häufigkeit der Organläsionen, die primären Laborwerte, die Sonografiebefunde sowie die ergänzende bildgebende Diagnostik, die Therapie und der Verlauf ausgewertet. Kinder mit blossen Bauchdeckenprellungen wurden dabei nicht berücksichtigt.

Die vorliegende Auswertung zeigte, dass Kinder zwischen 10-17 Jahre am häufigsten betroffen waren. Der durchschnittliche Mittelwert des Alters lag bei männlichen Patienten bei 9 Jahren und bei weiblichen Patienten bei 10 Jahren. Die Unfälle traten am häufigsten in der Freizeit auf. Die häufigste Ursachen für ein stumpfes Bauchtrauma war direkte Gewalteinwirkung, gefolgt von Sturz aus großer Höhe und Verkehrsunfällen. Die häufigste Begleitverletzung war das Schädel-Hirn-Trauma. Die Auswertung der Beteiligung der unterschiedlichen Organverletzungen zeigte die Milzruptur als häufigste Organverletzung bei stumpfem Bauchtrauma, gefolgt von Leberkontusion und Nierenkontusion.

Ziel der Arbeit war es, die Ergebnisse einer **konservativen Therapie bei parenchymatösen Organläsionen** durch ein stumpfes Bauchtrauma anhand eigener Daten nachzuvollziehen.

Eine entscheidende Voraussetzung für dieses konservative Vorgehen ist die Kreislaufsuffizienz des Patienten, die immer als erstes überprüft wurde.

Sucht man in der Literatur die Evaluation der Behandlung von parenchymatösen Abdominal-Organverletzungen, bieten sich als erstes die offenen chirurgischen Verfahren an. 70 Jahre lang war nach der Entdeckung der Äthernarkose die Laparotomie der Standardeingriff bei abdominalen Verletzungen. Die durchgreifende Naht für die Blutstillung bei Leberverletzungen wurde im 20. Jahrhundert von Pensky beschrieben.<sup>35</sup> Die chirurgische Technik zur Versorgung der Organverletzungen wurde erst nach dem zweiten Weltkrieg modernisiert. Es kam die Leberresektion als Therapiemöglichkeit bei Leberverletzungen nach dem Prinzip von Quattlebaum.<sup>36</sup>

Schon 1903 berichtete Brehm über die bessere Prognose bei der operativen Therapie der Darmruptur.<sup>37</sup> Demgegenüber stellen aktuelle Empfehlungen bei der Therapie der Hohlorganverletzungen, besonders für die häufigste Form mit duodenalem Hämatom, die Vorteile eines konservativen Vorgehens mit engmaschigen klinischen Kontrollen und parenteraler Ernährung heraus.<sup>38</sup> Eine multi-zentrische retrospektive Studie zeigte keine negative Prognose bei Patienten mit Hohlorganverletzungen, die primär keine operative Intervention bekamen.<sup>39</sup>

Die Splenektomie war im 20. Jahrhundert die Therapie der Wahl bei Milzverletzungen bis zu dem Zeitpunkt, als das erhöhte Infektionsrisiko bei Kindern nach Splenektomie veröffentlicht wurde.<sup>40</sup> Anschließend neigte man tendenziell zu einer milzerhaltenden Therapie bei Milzverletzungen. Im Jahr 1968 wurde eine erfolgreiche konservative Therapie von Milzrupturen bei Kindern beschrieben.<sup>41</sup> Seitdem hat sich die Behandlungsstrategie auch von anderen parenchymatösen Organverletzungen im Wachstumsalter zum nicht operativen Management hin geändert. In den letzten 20 Jahren wurde der überwiegende Teil von stumpfen Bauchtraumata im Kindesalter konservativ behandelt. Die evidenzbasierten Leitlinien empfehlen die nicht operative Therapie bei kreislaufsuffizienten Patienten mit isolierten parenchymatösen Organverletzungen.<sup>31,42,43</sup> In unserer Studie mit einem Patientenkollektiv von 156 Kindern ist nur bei drei Patienten (1,9%) ein operatives Vorgehen notwendig gewesen. Es handelte sich um einen Fall mit Milzverletzung, der sich als eine zweizeitig einblutende Milzläsion darstellte, beim zweiten Fall um einen Darmläsion und im dritten Fall um eine Mesenterialgefäßläsion. Die anderen Organverletzungen wurden unter Monitoring erfolgreich konservativ behandelt.



Die konservative Therapie der Nierenverletzung, die die dritthäufigste Organläsion beim stumpfen Bauchtrauma im Kindesalter ist, ist noch nicht so etabliert wie bei Milz- und Leberverletzungen. Viele Studien zeigen unter konservativer Behandlung gute Ergebnisse und wenige Folgeprobleme. He et al untersuchten 84 Kinder mit Nierenverletzung, davon 4/5 mit Verletzungen Grad I-III und 1/5 der Kinder mit Grad IV-V. Sie beschrieben ein konservatives Management in 87% der Fälle und ein operatives Vorgehen in 13% der Fälle.<sup>44</sup> Grosse Bedeutung bei Nierenverletzungen hat auch der Langzeitverlauf. Eine Studie aus Kansas City untersuchte 111 Patienten mit Nierenverletzung, wobei es sich bei je der Hälfte um Grad I/II beziehungsweise Grad III/IV handelte. Es mussten nur 4 Laparotomien durchgeführt werden. Entscheidend war, ob eine Urinleckage vorlag und wenn ja, ob diese ausreichend drainiert war. Sie berichten nur bei drei Patienten über eine renale Hypertension als Folgeproblem.<sup>45</sup>

In unserem Patientenkollektiv von drei Nierenläsionen zeigte sich bei einem Fall, wobei es sich um einer Nierenverletzung Grad IV handelte, in der frühen Phase eine renale Hypertonie, die sich ohne medikamentöse Therapie spontan zurückentwickelte. Im späteren Verlauf entwickelte sich eine Nierenverkleinerung mit Funktionsminderung. Bei den anderen Fällen mit Nierenläsion konnte kein ausreichend langer Verlauf ausgewertet werden, da die weitere Versorgung des Patienten heimatnah stattfand.

Das konservative Management bei Pankreasverletzung stellt eine Besonderheit dar, da es zu relevanten Folgeproblemen führen kann. Eine Studie in Aurora, USA untersuchte 43 Kinder innerhalb 10 Jahren mit Pankreasverletzung. Sie beschreibt, dass nach einer Operation nichtpankreatische Komplikationen (Ileus, Pleuraerguss), bei konservativer Behandlung jedoch pankreatische Komplikationen (Pseudozyste, Leck, Fistel) beobachtet wurden.<sup>46</sup> Aufgrund der geringen Patientenzahl in dieser Studie konnte kein eindeutiges aussagekräftiges Vorgehen bei Pankreasverletzungen empfohlen werden. Die Auswertungsbefunde unserer Studie zeigten nur bei zwei Patienten eine Pankreasruptur. Bei beiden Fällen entwickelte sich nach konservativer Therapie eine Pankreasschwanzatrophie. Ob es bei operativer Versorgung allerdings möglich gewesen wäre, den Pankreasschwanz zu erhalten, ist fraglich.

Ebenso scheint die Empfehlung einiger Autoren, die Laparoskopie zur Diagnostik und gegebenenfalls Therapie beim kindlichen Bauchtrauma einzusetzen, nicht überzeugend: wenn das Kind so kreislaufstabil ist, dass eine Laparoskopie möglich erscheint, so kann die OP-Indikation überhaupt angezweifelt werden.<sup>47</sup>

In diese Studie kann eine **Empfehlung zur Diagnostik des stumpfen Bauchtraumas im Kindesalter** gegeben werden. Zusammenfassend konnten wir zeigen, dass bei kreislaufstabilen Patienten mit einer ausführlichen sonografischen Untersuchung durch einen erfahrenen Kollegen weitreichende Aussagen über die Art der Verletzungen gewonnen werden können. Weil sich die Therapie der parenchymatösen Organverletzungen in den letzten Jahren überwiegend zu Gunsten der nicht operativen Therapie verändert hat, konnte bei Kindern in vielen Fällen ein strahlenbelastendes CT vermieden werden.

Seit Mitte der 1980er Jahre steht im deutschsprachigen Raum die Sonografie an erster Stelle der apparativen Diagnostik bei der Notfallsituation von intraabdomineller freier Flüssigkeit und parenchymatösen Organverletzungen.

Unterschiedliche Studien berichten über eine höhere Aussagekraft der Sonografie im Vergleich zur CT bei Bauchtrauma und empfehlen daher die Ultraschalluntersuchung als initiale Untersuchung nach Bauchtrauma.<sup>48</sup>

In unserer Studie wurden bei insgesamt 22 (14%) der Patienten bei der primären Sonografie und bei 2 Patienten bei der Kontrollsonografie pathologische Befunde gefunden. Es handelte sich um intraabdominelle freie Flüssigkeit und/oder um eine Organläsion. Davon wurde bei 12 Patienten bei Verdacht auf eine Organverletzung entweder eine MRT oder eine CT durchgeführt. Bei 11 Patienten konnten Organläsionen radiologisch erkannt werden. Nur bei einem Fall konnte der Verdacht nicht bestätigt werden. Die anderen 10 Patienten, die sonografisch auffällige Befunde zeigten, wurden weiter sonografisch kontrolliert und konservativ behandelt.

In einer prospektiven Studie wurden 3.264 Patienten mit stumpfem Bauchtrauma sonografisch explizit nach parenchymatösen Organverletzungen untersucht.<sup>49</sup> Als Kontrollen dienten CT, Laparotomie, DPL (diagnostische Peritoneallavage) oder nur die klinische Überwachung. Die Ergebnisse zeigten eine Sensitivität von 60% und eine Spezifität von 98% für die Darstellung von freier Flüssigkeit. Spezifische Organverletzungen wurden in 76 Fällen dargestellt und 45 davon mit gleichzeitig vorliegender freier Flüssigkeit. Yoshii et al. hingegen berichten über 91,7% Sensitivität und 94,7% Spezifität.<sup>50</sup> Es muss erwähnt werden, dass in diesen Studien nicht alle Patienten CT-kontrolliert wurden.

Eine andere prospektiv kontrollierte Studie von Blackbourne et. al. beweist, dass die wiederholte sonografische Untersuchung die Aussagekraft der primären Sonografie verbessern kann.<sup>51</sup> Bei gleichbleibender Spezifität von 99,8%, stieg die Sensitivität von 31,1% auf 72,1 %.

In unserer Untersuchung zeigte die Kontrollsonografie in zwei Fällen einen deutlichen Nachweis für eine Organverletzung. Eine Abdomen-CT konnte bei beiden Patienten den Befund bestätigen. Bei einem Patienten handelte es um eine Milzruptur, die konservativ behandelt wurde und beim zweiten Patienten um eine Jejunumruptur, die operativ versorgt wurde.

Hoffmann et al. weisen in einer prospektiven Studie darauf hin, dass die sonografische Untersuchung möglichst von demselben Untersucher und etwa innerhalb von 10-15 Minuten nach der initialen Untersuchung bei nachgewiesener intraabdomineller freier Flüssigkeit durchgeführt werden sollte.<sup>52</sup> Die Ergebnisse einer anderen prospektiven Studie an 156 Patienten zeigten auch die Steigerung der Sensivität der Sonografie von 69% auf 85 % durch wiederholte Sonografien.<sup>53</sup> Da die Informationen in unserer Studie aus dem Krankenblatt erhoben wurden, konnte nicht untersucht werden, ob die Sonografie von demselben Untersucher durchgeführt wurde oder nicht.

Es muss erwähnt werden, dass die Beurteilbarkeit der Sonografie von Pankreas-, und Hohlorganverletzungen und retroperitonealen Verletzungen limitiert ist. Im Gegensatz dazu gibt die CT deutliche Hinweise besonders auf Hohlorganverletzungen, wie zum Beispiel bei intramuralem beziehungsweise mesenterialem Hämatom und bei freier intraabdominellen Luft- oder Flüssigkeitsansammlungen. Eine abnorme KM-Aufnahme oder ein KM-Extravasat oder die Pneumatosis geben Hinweise auf eine Darmverletzung.

Liu et. al beschreiben die Vorteile der Computertomografie des Abdomens gegenüber der Sonografie.<sup>54</sup> Sie betonen, dass die Computertomografie den Unterschied zwischen einem Hämatoperitoneum mit Flüssigkeitsverhalt und einer aktiven Blutung mittels Kontrastmittel gut erkennen kann. Ausserdem können damit Verletzungen des Beckens und der Wirbelsäule diagnostiziert werden.<sup>54</sup> Herschkovitz et. al beschreiben eine prospektive Fallserie mit 42 eingeschlossenen Patienten bis zum 15. Lebensjahr, die ein stumpfes Bauchtrauma erlitten hatten: 31 Patienten (74%) hatten einen unauffälligen CT-Befund. Bei 11 Patienten zeigte sich ein auffälliges CT und davon wurden nur 2 Patienten auf der Intensivstation überwacht. Keiner von diesen Patienten brauchte eine chirurgische Intervention.<sup>55</sup> Kretschmer et al. fanden bei Patienten mit einem auffälligen sonografischen Befund in 30% der Fälle therapierelevante Zusatzbefunde in der Computertomographie des Oberbauches. Bei primär unauffälligem Sonographiebefund lag der Anteil der Fälle mit therapierelevanten Zusatzbefunden bei 7%.<sup>56</sup> Streck et. al empfehlen die CT Untersuchung bei Kindern nur bei auffälligen klinischen Befunden mit Verdacht auf intraabdominelle Organverletzungen um hohe Kosten und unangemessene Strahlenbelastung zu vermeiden.<sup>57</sup>

Die am häufigsten betroffenen Organe im Rahmen eines stumpfen Bauchtraumas sind Milz und Leber. Wie mehrere Untersuchungen zeigen, liefert das Ausmaß der Parenchymläsion von Leber und Milz keine sichere Entscheidungshilfe bei der Wahl zwischen konservativer und operativer Therapie. Sogar bei einer zweizeitigen Milzrupturblutung kann man keine sichere Vorhersage treffen. Mirvis et al. empfehlen insbesondere bei Verletzungen der Milz, die Entscheidung für eine operatives oder konservatives Vorgehen von der Kreislaufsituation der Patienten und den Laborwerten sowie weiterer bildgebender Befunde im Verlauf abhängig zu machen. Sie fanden in der primären Bildgebung durch eine Computertomographie eine wesentliche Grundlage für das abwartende Management.<sup>58</sup>

Die dritthäufigste Organverletzung in Rahmen eines stumpfen Bauchtraumas ist die Nierenverletzung. Sie tritt bei etwa 10% der Fälle nach stumpfem Bauchtrauma auf und bedarf in der Regel keiner operativen Therapie.<sup>8</sup>

Im Jahr 2011 wurde CEUS (contrast-enhanced ultrasound) als Alternativbildgebung bei hämodynamisch stabilen Patienten nach stumpfem Bauchtrauma eingeführt.

Es gibt bisher keine Leitlinien beziehungsweise fachärztliche Vorgaben zum Einsatz von Ultraschall-Kontrastmitteln (USKM) bei Kindern. Aufgrund des Kostenaufwandes fehlen zur Zeit prospektive, gut kontrollierte Studien mit USKM bei Kindern und damit die Beweise über etwaige Schädlichkeit der USKM. Aus diesem Grund wird es nicht routinemässig bei bildgebenden Verfahren in der Diagnostik eingesetzt.<sup>59</sup>

Insgesamt gibt es in der Literatur bisher keine einheitliche Meinung über die Diagnostik des stumpfen Bauchtraumas im Kindesalter. Die meisten Studien wurden bei Erwachsenen durchgeführt.

Die größte Herausforderung bei der Diagnostik besteht in der korrekten Erfassung der pathologischen Befunde und die Darstellung der Verletzungen, ohne die Kinder einer unnötigen Strahlenbelastung auszusetzen.

Mit unserer Untersuchung zeigen wir, da die meisten Organverletzungen konservativ behandelt wurden, dass auch ohne CT bei der Untersuchung kreislauffuffizienter Kinder eine sonografische Verlaufskontrolle der Verletzungen möglich ist. Deswegen sollte die Indikation zur CT Untersuchung bei Kindern sehr kritisch gestellt werden, da das CT mit einer erheblichen Strahlenexposition verbunden ist.

Die kontrovers diskutierten Meinungen über die Sensitivitätsunterschiede zwischen Sonografie und CT könnten sich in naher Zukunft erübrigen, wenn die Kontrastmittel Sonografie (CEUS- contrast enhanced ultrasound) auch bei Kindern routinemässig als Alternative für das CT verwendet wird.

Unsere Studie zeigte eine kurze klinische Aufenthaltsdauer der Patienten nach Bauchtrauma. Der Anstieg zwischen 2012-2013 wurde nur durch einen einzigen, komplizierten Fall verursacht. (Abb. 8).

Zur Einschätzung der Aussagekraft der erhobenen Daten werden im Folgenden die Schwächen der Studie dargestellt.

Der relativ kurze Studienzeitraum mit einer Zeitspanne von sechs Jahren und einer dementsprechend geringen Patientenzahl von 156 sind mögliche Kritikpunkte an der Studie. Aus diesem Grund konnte kein statistischer Vergleich mit anderen Studien durchgeführt werden. Eine zweite mögliche Schwachstelle der Studie sind die retrospektiv aus dem Krankenblatt erhobenen Patienteninformationen. Durch fehlende Dokumentation konnten einige Befunde, zum Beispiel über die initial durchgeführte Sonografie, nur unvollständig erfasst werden. Außerdem fehlte bei einigen Fällen die genaue Gradeinteilung des Verletzungsgrades der Organläsionen.

Da die meisten unserer Kinder nur eine Sonographie und keine weitere Bildgebung erhielten, wäre eine Berechnung der Sensitivität und Spezifität nicht sinnvoll.

Eine weitere Limitation der Studie besteht darin, dass bei Patienten mit Wohnsitz außerhalb der Studienregion weder der Verlauf noch etwaige Spätfolgen erfasst und daher nicht ausgewertet werden konnten. Deswegen erhält man keine sichere Aussage über die Häufigkeit der Spätfolgen bei intraabdominellen Organläsionen.

Die Studienaussage wird weiterhin dadurch begrenzt, dass nach Entlassung der Patienten keine standardisierten Nachuntersuchungen erfolgten.

## 6 Zusammenfassung

Ziel der vorliegende Arbeit war es, das zur Zeit national und international verbreitete nicht operative Management (NOM) bei Versorgung von parenchymatösen Organläsionen nach stumpfem Bauchtrauma zu analysieren. Es wurde untersucht, ob die nichtinvasive und kostengünstige Sonografie sowohl für die primäre Diagnostik, als auch für die Verlaufskontrollen bei kreislaufsuffizienten Kindern mit parenchymatösen Organläsionen ausreichend sicher ist.

Wir untersuchten die Kinder, die in der Zeitraum von 2007 bis 2013 in der Klinik und Poliklinik für Kinderchirurgie der Universitätsmedizin der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald wegen eines stumpfen Bauchtraumas stationär aufgenommen wurden. Es wurden 156 Patienten in diese Studie eingeschlossen und alle Patienteninformationen retrospektiv aus dem Krankenblatt erhoben und ausgewertet.

Die Auswertung zeigte, dass 98% der Kinder mit parenchymatöser Organläsion nach stumpfem Bauchtrauma erfolgreich konservativ behandelt werden konnten.

154 Patienten (98%) erhielten primär eine Sonografie des Abdomens nach der initialen körperlichen Untersuchung. Davon zeigten zweiundzwanzig Patienten (14,2%) primär einen auffälligen Sonografie-Untersuchungsbefund. Sieben Patienten davon bekamen als weitere Diagnostik eine Abdomen-CT, drei Patienten eine Abdomen-MRT und ein Patient eine MRCP. In allen elf Fällen konnte die sonografisch dargestellten Organläsionen bewiesen werden. Von 154 Patienten zeigte sich in der Abdomen-Sonografie nur ein falsch positiver und nur ein falsch negativer Befund.

Mit unseren Ergebnissen aus der vorgelegten Studie kommen wir zu der Schlussfolgerung, dass bei kreislaufsuffizienten Kindern mit parenchymatöser Organläsion trotz auffälligem Sonografiebefund nicht zwingend eine Abdomen-CT erforderlich ist. Die Verlaufskontrolle kann durch wiederholte Abdomen-Sonografien durchgeführt werden. Ferner können wir den hohen Stellenwert der nicht operativen Therapie von Abdominalorganverletzungen im Kindesalter bestätigen.

## 7 Literaturverzeichnis

- 1 Wessel LM. Das stumpfe Bauchtrauma im Kindesalter. Trauma Berufskrankheiten 2014; 16: 311-316
- 2 Unfälle, Gewalt, Selbstverletzung bei Kindern und Jugendlichen. Bundesamt - Jahresstatistik 2014
- 3 Auner B, Marzi I. Polytrauma des Kindes. Chirurg 2014; 85: 451-463
- 4 Roaten JB, Partrick DA, Nydam TL, Bensard DD, Hendrickson RJ et al. Nonaccidental trauma is a major cause of morbidity and mortality among patients at a regional level 1 pediatric trauma center. J Pediatr Surg 2006; 41: 2013-2015
- 5 Debus F, R. L, Frink M, Kühne C, Mand C, Ruchholtz S. Das Polytrauma von Kindern und Jugendlichen. Springer -Verlag Unfallchirurg 2013; 118: 432-438
- 6 AWMF Leitlinie der deutschen Gesellschaft für Kinderchirurgie. Traumatische Milzruptur im Kindesalter. 2015 Register N.006/112
- 7 Faouzi N, Kerkeni Y, Ben AA, Ben AY, Charieg A et al. Liver injuries in children: The role of selective non-operative management. Ped Surg 2012; 90: 144-147
- 8 v. Wickedede M. Diagnostik des stumpfen Bauchtraumas bei Kindern und Jugendlichen. Pädiatrische Radiologie update 2007; 7: 149-169
- 9 Rutkoski JD, Segura BJ, Kane TD. Experience with totally laparoscopic distal pancreatectomy with splenic preservation for pediatric trauma-2 techniques. J Pediatr Surg 2011; 46: 588-593

- 10 Schweinitz von D, Ure B. Viszerale und allgemeine Chirurgie des Kindesalters. Springer-Verlag 2013; 179-181
- 11 Iuchtman M, Alfici R, Sternberg E et al. Multimodality management in severe pediatric spleen trauma. Isr Med Assoc J2. 2000; 2: 523-525
- 12 Soundappan SV, Lam AH, Cass DT. Traumatic adrenal haemorrhagia in children. ANZ J Surgery 2006; 76: 729-731
- 13 Galifer RB, Forgues D, Mourregot A et al. Blunt Traumatic Injuries of the Gastrointestinal and Biliary Tract in Childhood. Analysis of 16 Cases. Europ J Pediatr Surgery 2001; 11: 230-234
- 14 Dietz HG, Illing P, Schmittenbecher PP, Slongo T, Sommerfeldt DW et al. Abdominaltrauma. Praxis der Kinder- und Jugendtraumatologie. Springer-Verlag Berlin 2011; 155-179
- 15 Notrica DM. Pediatric blunt abdominal trauma: current management. Curr Opin Crit Care 2015; 21: 531-537
- 16 Cantor RM, Leaming JM. Evaluation and management of pediatric major trauma. Emerg Med Clin North Am 1998; 16: 229-256
- 17 Drake RL, Vogl W, Mitchell AWM. Gray's Anatomie für Studenten. Elsevier-Verlag München 2007; 226-239
- 18 Schafermeyer R. Pediatric trauma. Emerg Med Clin North Am 1993; 11: 187-205
- 19 Oldham KT, Guice KS, Ryckman F, Kaufman RA, Martin LW, Noseworthy J. Blunt liver injury in childhood: evolution of therapy and current perspective. Surgery 1986; 100: 542-549
- 20 Chiang WK. Isolated jejunal perforation from nonpenetrating abdominal trauma. Am J Emerg Med 1993; 11: 473-475



- 21 Hallwirth U, Pomberger G, Pumberger W, Horcher E. Traumatische isolierte Jejunumruptur bei einem Kind. Unfallchirurg 2000; 103: 685-687
- 22 Feussner H, Papaziogas W, Siewert JR. Moderne Diagnostik des stumpfen Bauchtraumas. Chirurg 1999; 70: 1246-1254
- 23 Henneman P, Barior D, Marx J. Urinary lactic dehydrogenase as a marker of renal injury in blunt trauma patients with hematuria. Ann emerg Med 2016; 17: 797-800
- 24 Staib L, Henne-Bruns D. Neues zum stumpfen Bauchtrauma. Chirurg 2005; 76: 927-934
- 25 Schöneberg C, Tampier S, Hussmann B, Lendemans S, Waydhas C. Diagnostik des stumpfen Abdominaltraumas des Kindes: Ein systemisches Review mit Metaanalyse. Zentralblatt Chirurg 2014; 139: 584-591
- 26 Mueller DL, Hatab M, Al-Senan R, Cohn SM, Corneille MG et al. Pediatric radiation exposure during the initial evaluation for blunt trauma. J Trauma 2011; 70: 724-731
- 27 Zundel J. Behandlungsstrategien bei Verletzung von Milz und Leber im Kindesalter. Zentralblatt Chirurg 2014; 139: 592-599
- 28 Schwarz F, Sommer WH, Reiser M, Clevert DA. Kontrastmittelsonographie beim stumpfen Bauchtrauma. Radiologie 2011; 51: 475-482
- 29 Okur MH, Arslan S, Aydogdu B, Arslan MS, Goya C et al. Management of high-grade renal injury in children. Eur J Trauma Emerg Surg 2016; 43: 99-104
- 30 Loss M, Zorger N, Kirchner HJ, Schlitt HJ. Lebertrauma. Interventionelle und konservative Therapie. Chirurg 2009; 80: 908-914

- 31 Stylianos S. Evidence-based guidelines for resource utilization in children with isolated spleen or liver injury. The APSA Trauma Committee. J Pediatr Surg 2000; 35: 164-167; Discussion: 167-169
- 32 Hauptmann R. Nierenverletzungen. Urologie. Springer-Verlag Berlin 2010; 307-312
- 33 Rassweiler J, Eisenberger F, Buck J, Miller K. Das Nierentrauma - operative oder konservative Therapie. Urol 1984; 35: 44-46
- 34 Moore EE, Cogbill TH, Jurkovich GJ, Shackford SR, Malangoni MA, Champion HR. Organ injury scaling: spleen and liver (1994 revision). J Trauma 1995; 38: 323-324
- 35 Sonntag E. Grundriss der gesamten Chirurgie: Ein Taschenbuch für Studierende und Ärzte. Springer Verlag Berlin Heidelberg 1920; 483-487
- 36 Blaisdell FW, Trunkey DD. Bauchtrauma. Enke Verlag Stuttgart 1986; 106-128
- 37 Brehm O. Komplizierte Bauchkontusionen. Sammlung klinischer Vorträge 1903; 361-390
- 38 Peterson ML, Abbas PI, Fallon SC, Naik-Mathuria BJ, Rodriguez JR. Management of traumatic duodenal hematomas in children. J Surg 2015; 199: 126-129
- 39 Letton RW, Worrel V. Delay in diagnosis and treatment of blunt intestinal injury does not adversely affect prognosis in the pediatric trauma patient. J Pediatr Surg 2010; 45: 161-165
- 40 King H, Shumacker HB, Jr. Splenic studies. I. Susceptibility to infection after splenectomy performed in infancy. Ann Surg 1952; 136: 239-242

- 41 Upadhyaya P, Simpson JS. Splenic trauma in children. *Surg Gynecol Obstet* 1968; 126: 781-790
- 42 Stylianos S. Compliance with evidence-based guidelines in children with isolated spleen or liver injury: a prospective study. *J Pediatr Surg* 2002; 37: 453-456
- 43 Stylianos S. Outcomes from pediatric solid organ injury: role of standardized care guidelines. *Curr Opin Pediatr* 2005; 17: 402-406
- 44 He B, Lin T, Wei G, He D, Li X. Management of blunt renal trauma: an experience in 84 children. *Int Urol Nephrol* 2011; 43: 937-942
- 45 Aguayo P, Fraser JD, Sharp S, Holcomb GW, 3rd, Ostlie DJ, St Peter SD. Nonoperative management of blunt renal injury: a need for further study. *J Pediatr Surg* 2010; 45: 1311-1314
- 46 Paul MD, Mooney DP. The management of pancreatic injuries in children: operate or observe. *J Pediatr Surg* 2011; 46: 1140-1143
- 47 Alemayehu H, Clifton M, Santore M, et al. Minimally invasive surgery for pediatric trauma a mukticenter review. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A* 2015; 25: 243-247
- 48 McElveen TS, Collin GR. The role of ultrasonography in blunt abdominal trauma: a prospective study. *Am Surg* 1997; 63: 184-188
- 49 Richards JR, Schleper NH, Woo BD, Bohnen PA, McGahan JP. Sonographic assessment of blunt abdominal trauma: a 4-year prospective study. *J Clin Ultrasound* 2002; 30: 59-67
- 50 Yoshii H, Sato M, Yamamoto S, Motegi M, Okusawa S et al. Usefulness and limitations of ultrasonography in the initial evaluation of blunt abdominal trauma. *J Trauma* 1998; 45: 45-50; Discussion: 50-51

- 51 Blackbourne LH, Soffer D, McKenney M, Amortegui J, Schulman CI et al. Secondary ultrasound examination increases the sensitivity of the FAST exam in blunt trauma. *J Trauma* 2004; 57: 934-938
- 52 Hoffmann R, Nerlich M, Muggia-Sullam M, Pohlemann T, Wippermann B, Regel G, Tscherne H. Blunt abdominal trauma in cases of multiple trauma evaluated by ultrasonography: a prospective analysis of 291 patients. *J Trauma* 1992; 32: 452-458
- 53 Nunes LW, Simmons S, Hallowell MJ, Kinback R, Trooskin S, Kozar R. Diagnostic performance of trauma US in identifying abdominal or pelvic free fluid and serious abdominal or pelvic injury. *Acad Radiol* 2001; 8: 128-136
- 54 Liu M, Lee CH, P'Eng F K. Prospective comparison of diagnostic peritoneal lavage, computed tomographic scanning, and ultrasonography for the diagnosis of blunt abdominal trauma. *J Trauma* 1993; 35: 267-270
- 55 HersHKovitz Y, Zoarets I, Stepansky A, Kozar E, Shapira Z et al. Computed tomography is not justified in every pediatric blunt trauma patient with a suspicious mechanism of injury. *Am J Emerg Med* 2014; 32: 697-699
- 56 Kretschmer KH, Häuser H, Bohndorf K. Führt ein routinemäßiges Oberbauch-CT im Schockraum im Vergleich zur Abdomensonographie bei Polytraumen zu einer Änderung des therapeutischen Vorgehens? *Fortschr Röntgenstr* 1998; 168: 162
- 57 Streck CJ, Jewett BM, Wahlquist AH, Gutierrez PS, Russel WS. Evaluation for intra-abdominal injury in children after blunt torso trauma: can we reduce unnecessary abdominal CT by utilizing a clinical prediction model? *J Trauma ACS* 2012; 73: 371-376

- 58 Mirvis SE, Whitley NO, Gens DR. Blunt splenic trauma in adults: CT-based classification and correlation with prognosis and treatment. *Radiology* 1989; 171: 33-39
- 59 Sellars ME, Deganello A, Sidhu PS. Kontrastverstärkter Ultraschall (CEUS) in der Pädiatrie: Notwendigkeit der Zusammenarbeit für eine schnelle Anwendung in der klinischen Praxis. *Ultraschall in Med* 2014; 35: 203-206

## 8 Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Dissertation selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe.

Die Dissertation ist bisher keiner anderen Fakultät und, keiner anderen wissenschaftlichen Einrichtung vorgelegt worden.

Ich erkläre, dass ich bisher kein Promotionsverfahren erfolglos beendet habe und dass eine Aberkennung eines bereits erworbenen Doktorgrades nicht vorliegt.

Datum

Unterschrift

## Danksagung

---

An erster Stelle bedanke ich mich bei meinem Doktorvater Professor Dr. W. Barthlen für die Möglichkeit diese Dissertation zu erstellen, sein Vertrauen in mich, das mir Mut gab, für seine Geduld während des Entstehens und für seine zahlreichen fachlichen Hinweise, die zum Gelingen der Arbeit beitrugen.

Weiter gilt mein Dank der Institutssekretärinnen Frau Beate Wolf und Frau Tina Peters, die mir bei den Formalien eine wertvolle Hilfe waren.

Ganz besonderer Dank geht an meine Eltern und meine Schwester für die es nicht leicht war, mich in die Fremde ziehen zu lassen. Bei vielen Problemen fern von der Heimat hatte ich in ihnen eine wertvolle Unterstützung meines Vorhabens.

Dank auch an das Klinikpersonal der Universitätsklinik Greifswald, das mir bei der Datenerhebung sehr nett und effektiv half.